

KARAKTERISASI PADUAN PCL (POLYCAPROLACTONE), PLA (POLYLACTID ACID), BENTONIT DAN KITOSAN NANOKOMPOSIT

Mukhsin¹, Muhammad Sami², Tuku Rihayat³

^{1,2,3} *Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA*

¹Mukhsin1000@gmail.com

Abstrak— Polylactid Acid (PLA) dan Polycaprolactone (PCL) yang sifatnya biodegradasi, bersifat kaku, sangat hidrofobik, proses biodegradasi yang lambat dan memiliki kepekaan terhadap aktivitas mikroba. PCL dan PLA dapat bercampur dengan polimer lain seperti kitosan dan bentonit nanokomposit yang diproses melalui modifikasi mampu menjadikan polimer lebih lentur dan mempercepat degradasi. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh dari pencampuran antara PCL, PLA dengan filler Bentonit, dan Kitosan dengan menggunakan metode pemanasan pada suhu 170 ° C dengan variasi filler 3%, 5%, dan 8% wt. Penambahan filler bentonit dan kitosan kedalam polimer PCL dan PLA dapat mempengaruhi sifat mekanik material. Kuat tarik yang dihasilkan oleh polimer paduan PCL, PLA, bentonit dan Kitosan ialah 12,81 Mpa (sampel F28) dan semakin menurun dengan ditambahkannya konsentrasi filler, penurunan yang dihasilkan mendekati kesetaraan. Karakteristik polimer dengan adanya penambahan kitosan dan bentonit menghasilkan polimer yang lebih lentur dan lebih kuat dari paduan PCL/PLA. Struktur morfologi komposit menunjukkan keberadaan molekul yang semakin meningkat sehingga mempengaruhi sifat mekanik seperti kuat tarik dari komposit. Kerusakan fisik polimer belum terlihat selama 3 minggu dan hanya menunjukkan perubahan warna yang semakin menguning akibat interaksi dengan lingkungan.

Kata kunci— Bentonit, Kitosan, Polylactid Acid, Polycaprolactone,.

Abstract— Polylactid Acid (PLA) and Polycaprolactone (PCL) which are biodegradable, rigid, highly hydrophobic, slow biodegradation process and sensitivity to microbial activity. PCL and PLA can be mixed with other materials such as chitosan and bentonite nanocomposites which can be used to make polymers more flexible and accelerate degradation. This study aims to see the effect of mixing between PCL, PLA with Bentonite, and Chitosan filler using heating method at 170 oC with filler 3%, 5%, and 8% wt. Addition of bentonite and chitosan fillers to PCL and PLA polymers can affect the mechanical properties of the material. Tensile strength produced by PIKG like PCL, PLA, bentonite and chitosan which is 12.81 Mpa (sample F28) and decreases with the addition of filler concentration, yield produced before equality. Characteristics of polymers with the addition of chitosan and bentonite produce a more flexible polymer and are stronger than PCL / PLA. The morphological structure used to identify the elements that increase the influence of mechanical properties such as the tensile strength of the composite. The physical damage of the polymer has not been seen for 3 weeks and only colors can turn yellow due to interaction with the environment.

Keywords— Bentonit, Kitosan, Polylactid Acid, Polycaprolactone,.

I. PENDAHULUAN

Plastik konvensional dalam aplikasi kemasan biasanya adalah non-biodegradable dan hampir selalu dibuang setelah digunakan. Penggunaan secara terus menerus dapat menimbulkan masalah lingkungan yang serius jika tidak dikontrol. Adanya perhatian yang khusus dan kepedulian yang serius terhadap lingkungan hal ini dapat mengurangi dan merestrukturisasi penggunaan plastik yang non-biodegradable. Untuk menggantikan penggunaan plastik konvensional dapat digunakan berbagai macam polimer seperti Polylactid Acid (PLA) dan Polycaprolactone (PCL) sebagai bahan kemasan yang sifatnya dapat terurai di alam.

Polylactid Acid (PLA) dan Polycaprolactone (PCL) dapat di aplikasikan sebagai kemasan karena sifatnya yang biodegradasi. Namun, karena harga mahal dari PCL dan PLA dibandingkan dengan jenis polimer lain. Untuk mengurangi biaya produksi dan menambah kemanfaatan, PCL maupun PLA sering diperkuat atau dicampur dengan bahan lain atau polimer biaya rendah seperti bentonit dan kitosan. Hal ini tidak hanya akan mengatasi keterbatasan polimer di industri, tetapi juga dapat meningkatkan sifat mekanik dan fisik dari komposit tersebut [1].

Ada banyak jenis material yang digunakan sebagai filler, namun bentonit dan kitosan memiliki catatan panjang sebagai

bahan anorganik yang paling banyak ditambahkan sebagai pengisi ke dalam polimer sebagai matrik.

PCL adalah polimer semi kristalin PCL merupakan homopolimer struktur molekuler berulang yang terdiri dari lima grup metilen non polar dan sebuah grup ester yang bersifat polar, memberikan PCL memiliki sifat yang unik seperti kandungan olefinik yang tinggi dan memiliki sifat biodegradable. Sedangkan Poli (asam laktat) atau polilaktida (PLA), poliester biodegradable yang dapat dibuat dari bahan terbarukan, PLA dapat digunakan untuk berbagai aplikasi (biomedis, kemasan, serat tekstil dan barang teknis). Karena sifatnya melekat. PLA diperoleh dari polimer asam laktat, sedangkan asam laktat dapat diproduksi dari proses enzimatis dengan bahan baku pati.

Oleh karena itu penulis melakukan perpaduan PCL, PLA, kitosan dan bentonit pada bioplastik untuk mempelajari sifat mekanik dan kemampuan degradasinya.

Pada penelitian ini dipelajari pengaruh perpaduan PCL, PLA, kitosan dan bentonit pada sifat mekanik bioplastik, terhadap kuat tarik bioplastik dan pengaruh degradasi bioplastik yang dihasilkan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan utama pada penelitian ini adalah biopolimer dan filler. Biopolimer yang digunakan adalah PCL dan PLA sedangkan filler yang digunakan adalah kitosan dan bentonit. Konsentrasi biopolimer dan filler di variasikan dari 100:0, 97:3, 95:5 dan 92:8% wt. Yang diringkas dalam bentuk F0, F1, F2, F3 s/d F30.

Pembuatan bioplastik dilakukan dengan menggunakan alat extruder dengan metode *blending* yaitu mencampurkan semua bahan menjadi satu pada suhu 170 °C

Tabel 1. Komposisi Bahan Penyusun Formulasi PLA dan PLA / Kitosan

Bahan	F1	F2	F3	F4
PLA	100%	97%	95%	92%
Kitosan	-	3%	5%	8%

Tabel 2. Komposisi Bahan Penyusun Formulasi PLA / Bentonit

Bahan	F5	F6	F7
PLA	97%	95%	92%
Bentonit	3%	5%	8%

Tabel 3. Komposisi Bahan Penyusun Formulasi PLA / Kitosan / Bentonite

Bahan	F8	F9	F10
PLA	97%	95%	92%
Bentonit	3%	5%	8%
Kitosan			

Tabel 4. Komposisi Bahan Penyusun Formulasi PCL dan PCL/ Kitosan

Bahan	F11	F12	F13	F14
PCL	100	97%	95%	92%
Kitosan	-	3%	5%	8%

Tabel 5. Komposisi Bahan Penyusun Formulasi PCL / Bentonit

Bahan	F15	F16	F17
PCL	97%	95%	92%
Bentonit	3%	5%	8%

Tabel 6. Komposisi Bahan Penyusun Formulasi PCL / Kitosan/ Bentonite

Bahan	F18	F19	F20
PLA	97%	95%	92%
Bentonit	3%	5%	8%
Kitosan			

Tabel 7. Komposisi Bahan Penyusun Formulasi PCL /PLA dan PCL / PLA / Kitosan

Bahan	F21	F22	F23	F24
PCL	100%	97%	95%	92%
PLA				
Kitosan	-	3%	5%	8%

Tabel 8. Komposisi Bahan Penyusun Formulasi PCL /PLA/ Bentonit

Bahan	F25	F26	F27
PCL	97%	95%	92%

PLA			
Bentonit	3%	5%	8%
Tabel 9. Komposisi Bahan Penyusun Formulasi PCL /PLA / Bentonit / Kitosan			
Bahan	F28	F29	F30
PCL	97%	95%	92%
PLA			
Bentonit	3%	5%	8%
Kitosan			

Uji Sifat Mekanik

Sifat mekanik bioplastik diketahui dari uji mekanik yakni dengan uji tarik bioplastik menggunakan Tensile Strength ASTM D-638 *Plastic Tension Test*. Uji tarik akan mendapatkan informasi mengenai kuat tarik dan elongasi bioplastik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Bioplastik

Polimer bioplastik yang dihasilkan dengan pencampuran PLA, PCL, bentonit Dan kitosan dibuat dalam bentuk spesimen standar uji tarik ASTM D-638 *Plastic Tension Test*. Bioplastik yang dihasilkan dengan adanya penambahan bentonit dan kitosan lebih lentur dibandingkan dengan bioplastik yang tanpa penambahan bentonit dan kitosan. Kitosan dan bentonit yang ditambahkan bertujuan untuk meningkatkan sifat yang dimiliki oleh polimer seperti yang dilakukan oleh Sinha Ray dkk, dalam penelitiannya menambahkan bentonit ke dalam polimer Poly lactic Acid (PLA) dengan tujuan untuk meningkatkan sifat biodegradasi.

Dalam artikel lainnya, seperti dalam artikel Nurhanifa [2], menambahkan bentonit kedalam polimer bertujuan untuk memperbaiki dan meningkatkan sifat bahan polimer agar lebih stabil, lebih kuat secara mekanik dan kimia serta lebih tahan terhadap panas guna berfungsi optimal di berbagai sektor kehidupan manusia seperti rumah tangga, otomotif, pertanian, kesehatan dan kemasan.



Gambar 1 formulasi PLA dengan penambahan bentonit dan kitosan



Gambar 2 formulasi PCL dengan penambahan bentonit dan kitosan

Ying wan [3], dalam artikelnya menjelaskan bahwa kitosan dapat ditambahkan dalam PCL sehingga mampu meningkatkan sifat degradasi polimer selain itu dengan adanya penambahan kitosan sifat-sifat yang dimiliki oleh kitosan akan ditransfer ke material yang dicampurkan seperti sifat anti-bacterial dan sifat lainnya.

Polycaprolactone (PCL) dan polylactid acid (PLA) memiliki sifat yang sama yaitu dapat terdegradasi namun juga memiliki perbedaan yang sangat jelas dari sifat fisiknya yaitu pada polimer polycaprolactone (PCL) memiliki sifat fisik yang sangat rapuh dan kaku sehingga sangat mudah patah, sedangkan polylactid acid (PLA) memiliki sifat fisik yang fleksibilitas dan cukup kuat. Jika kedua senyawa ini dipadukan maka polimer yang dihasilkan dapat meningkatkan sifat mekanik yang dimiliki oleh polimer aslinya.



Gambar 3. formulasi PLA /PCL dengan penambahan bentonit dan kitosan

Dengan demikian polimer polycaprolactone (PCL), polylactid acid (PLA), bentonit dan kitosan jika dipadukan akan menghasilkan material yang berbeda jika dipadukan seluruhnya dan menghasilkan suatu senyawa yang berbeda pula. Dengan adanya penambahan filler tersebut material akan memiliki sifat anti mikroba kelenturan dan nilai kuat tarik yang berbeda dari polimer sebelum ditambahkan filler. Sifat sifat tersebut ditrasfer oleh filler yang ditambahkan

B. Kuat Tarik

Kombinasi dari PCL, PLA, bentonit dan Kitosan yang telah dicetak sesuai spesimen standar ASTM D 638 di uji sifat mekaniknya berupa tingkat kekuatan tarik melalui gaya sesumbu yang diberikan oleh alat uji tarik sampai mencapai batas maksimum hingga terputus. Tabel 4.1 menunjukkan hasil uji tarik terhadap nanokompsit.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan menunjukkan adanya efek dari penambahan kitosan maupun bentonit dalam PLA. J.Bonilla [4], dalam penelitiannya menambahkan kitoan kedalam PLA dan menunjukkan penurunan kuat tarik. Namun hasil yang diperoleh bertolak belakang dengan hasil yang di amati. Penambahan kitosan dalam Sampel F2 menghasilkan peningkatan nilai kuat tarik sebesar 63,75 MPa, pada bagian inilah yang menjadi perbedaan hasil yang diperoleh.

Pengujian yang dilakukan menunjukkan adanya efek dari penambahan kitosan maupun bentonit dalam PLA. J.Bonilla [4], dalam penelitiannya menambahkan kitoan kedalam PLA dengan konsentrasi filler sebesar 5% hingga 10%wt dan

menunjukkan hasil pengukuran kuat tarik yang menurun. Namun penambahan

kitosan dalam Sampel F2 menghasilkan peningkatan nilai kuat tarik sebesar 63,75 MPa, lebih kuat daripada PLA murni.

Tabel 4.1 Data Kuat Tarik Pada Setiap Formulasi

sampel formulasi	Tensile Strenght (Mpa)	sampel formulasi	Tensile Strenght (Mpa)
F1	60,17	F16	8,79
F2	63,75	F17	17,11
F3	30,92	F18	12,38
F4	23,95	F19	24,52
F5	17,66	F20	20,85
F6	41,01	F21	13,95
F7	66,6	F22	12,3
F8	40,74	F23	3,96
F9	51,72	F24	7,98
F10	16,61	F25	11,72
F11	8,69	F26	12,65
F12	23,72	F27	10,69
F13	15,57	F28	12,81
F14	40,2	F29	10,82
F15	12,54	F30	9,12



Gambar 5 Grafik Hasil Uji Tarik Formulasi PLA

Pengujian yang dilakukan menunjukkan adanya efek dari penambahan kitosan maupun bentonit dalam PLA. J.Bonilla [4], dalam penelitiannya menambahkan kitoan kedalam PLA dengan konsentrasi filler sebesar 5% hingga 10%wt dan menunjukkan hasil pengukuran kuat tarik yang menurun. Namun penambahan kitosan dalam Sampel F2 menghasilkan peningkatan nilai kuat tarik sebesar 63,75 MPa, lebih kuat daripada PLA murni.

Berdasarkan pengamatan sampel F2 mengalami peningkatan kuat tarik disebabkan komposisi kitosan yang ditambahkan hanya 3%, namun ketika komposisi kitosan ditambahkan makan nilai kuat tarik yang diperoleh menurun, hasil ini bersamaan dengan hasil yang diamati J.bonilla [4].

Ketika pencampur diganti dengan bentonit, nilai kuat tarik yang dihasil kan semakin meningkat. Hail ini bersamaan dengan hasil yang diamati nurhanifa dkk. Namun ketika filler bentonit dan kitosan dipadukan interaksi yang terjadi adalah penurunan nilai kuat tarik, hasil tersebut sama dengan hasil yang di amati oleh chenchiet [5]

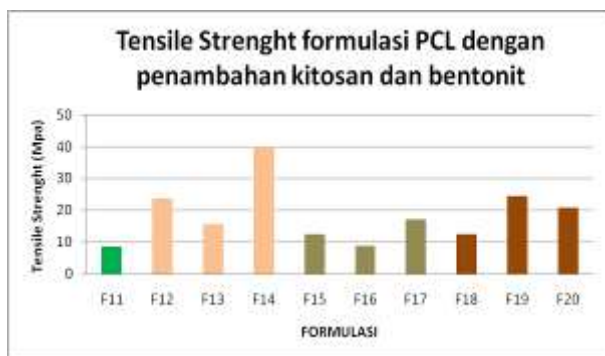
PCL murni memiliki sifat yang sangat rapuh, penambahan kitosan menunjukkan hasil peningkatan kuat tarik, lebih kuat dari pada PCL murni, hasil yang sama juga diperoleh saat filler digantikan oleh bentonit, perolehan nilai kuat tarik juga meningkat saat filler yang ditambahkan merupakan campuran bentonit dan kitosan dengan variasi konsentrasi meningkat mulai dari 3, 5, dan 8 % wt

Ying wan [3], dalam artikelnya menjelaskan bahwa kitosan dapat ditambahkan dalam PCL sehingga mampu meningkatkan sifat degradasi polimer selain itu dengan adanya penambahan kitosan sifat-sifat yang dimiliki oleh kitosan akan ditransfer ke material yang dicampurkan seperti sifat anti-bacterial dan sifat lainnya, namun dalam hasil uji kuat tarik diperoleh penurunan nilai kuat tarik dengan adanya pengaruh suhu yang diberikan.

Hasil yang diamati berbeda dengan hasil yang ada dalam artikel yingwan dkk, setelah ditelusuri konsentrasi yang digunakan oleh Ying wan [3] lebih tinggi dari konsentrasi yang di amati. Dalam penelitian ini uji tarik yang dilakukan tanpa memperhatikan pengaruh suhu, suhu pada sampel ialah suhu kamar pada saat di uji, namun dalam artikel Ying wan [3] pada suhu yang sama menunjukkan penurunan nilai kuat tarik. Selain suhu, Yingwan [3] juga mengamati konsentrasi yaitu 40 hingga 60%. Dengan demikian pengaruh konsentrasi filler dapat mempengaruhi polimer.

Secara keseluruhan PCL dengan penambahan filler menghasilkan polimer yang lebih kuat dari pada polimer PCL murni. Namun berdasarkan data diperoleh menunjukkan hasil yang bervariasi, seperti pada bagian sampel F13 dan F16 yang diharapkan menghasilkan kuat tarik yang lebih tinggi dari sampel sebelumnya, namun hasil yang diperoleh menunjukkan penurunan. Penurunan yang ditunjukkan oleh polimer F13 dan F16 disebabkan bentuk fisik polimer yang cacat saat proses pembuatan.

Sedangkan pada bagian sampel F19, diharapkan lebih rendah dari sampel F20. Namun hasilnya lebih tinggi. Hal ini di sebabkan oleh tebalnya polimer yang dihasilkan pada saat proses pembuatan.



Gambar 6 Grafik Hasil Uji Tarik Formulasi PCL

Selanjutnya dilakukan pencampuran secara komplit dari ke empat jenis material PCL, PLA kitosan dan bentonit nanokomposit dengan variasi konsentrasi filler yang ditambahkan mulai dari 3, 5, dan 8 %wt. Pada bagian ini yang dijadikan filler ialah campuran antara bentonit dan kitosan kemudian dipadukan dengan campuran polycaprolctone (PCL) dan Poly lactid acid (PLA).

Pada tahap awal paduan PCL dan PLA ditambah dengan kitosan menunjukkan kuat tarik yang lebih rendah dengan nilai kuat tarik PCL/PLA murni tanpa adanya penambahan filler kedalamnya. Namun ketika filler di

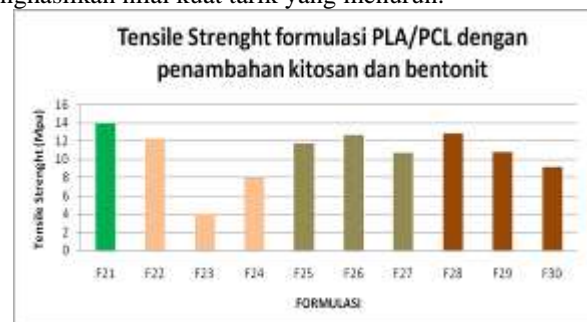
gantikan dengan bentonit, nilai kuat tarik meningkat, penambahan konsentrasi filler didalam sampel juga menghasilkan pengaruh yang tidak jauh berbeda, namun ini hanya sebatas hingga 8% filler yang ditambahkan, jika ditingkatkan lagi konsentrasi filler kemungkinan nilai kuat tarik dapat menurun, seperti yang diamati oleh Chen chiet [5], yang menambahkan filler hingga mencapai 20%.

Chern chiet [5] dalam artikelnya menjelaskan penambahan kitosan dalam polimer PCL/PLA menunjukkan Hasil peningkatan nilai kuat tarik lebih kuat dari polimer PCL/PLA murni. Namun ketika konsentrasi filler ditingkatkan, nilai kuat tarik yang diperoleh semakin menurun. Hasil yang diperoleh mirip dengan hasil yang diamati oleh Chern chiet [5]. Penurunan nilai kuat tarik jelas terlihat pada sampel F23 yang menurun drastis, secara teoritis penurunan pada sampel ini tidak terlalu jauh seperti hasil data yang diperoleh. Namun ada faktor yang menyebabkan sampel F23 mengalami penurunan drastis. Faktor tersebut ialah adanya gelembung udara dalam sampel yang mengakibatkan ikatan antar molekul pada spesimen tidak merata sehingga menghasilkan polimer yang lemah saat di lakukan pengujian. Hasil yang diharapkan pada sampel F23 menghasilkan nilai kuat tarik yang lebih tinggi dari sampel F24.

Dalam sampel berikutnya filler digantikan oleh bentonit. Hasil yang diperoleh hampir menyerupai nilai kuat tarik dengan filler kitosan. Namun, ketika filler di tingkatkan konsentrasinya, hasil yang diperoleh tidak jauh dari hasil sebelumnya namun menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan jika saat filler kitosan ditingkatkan. Dibandingkan dengan polimer murni PCL/PLA tanpa filler, hasilnya juga tidak jauh berbeda dan hampir dapat dikatakan memiliki kuat yang sama.

Kemudian tahap selanjutnya dilakuan perpaduan antara polimer PCL/PLA dengan polimer kitosan/bentonit. Perpaduan ini menghasilkan peningkatan nilai kuat tarik dari pada polimer sebelumnya yang ditambahkan satu persatu. Pada saat konsentrasi filler di tingkatkan, terjadi penurunan nilai kuat tarik, ini menunjukkan interaksi dari penambahan filler tersebut.

Penurunan yang terjadi tidak dalam range jauh, melainkan hampir berdekatan, maka nilai plimer yang dipadukan secara komplit dari ke empat polimer dapat dikatakan memiliki daya kuat yang hampir sama dalam range penambahan filler hingga 8%. Dan juga polimer yang dihasilkan lebih lentur dari polimer lain. Dengan adanya peningkatan konsentrasi dari penambahan filler makan menghasilkan nilai kuat tarik yang menurun.



Gambar 7 Grafik Hasil Uji Tarik Formulasi PCL/PLA

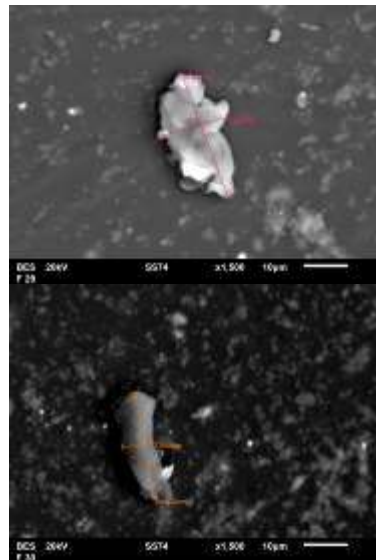
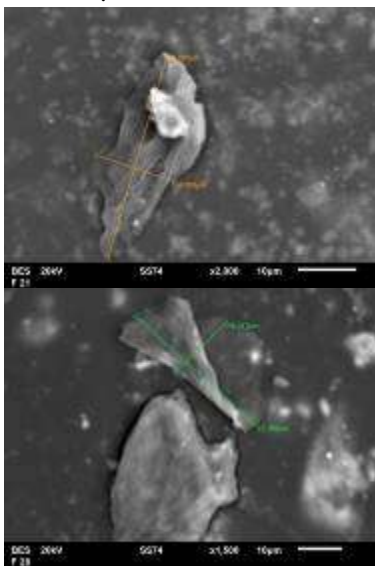
C. Analisa Scanning Electron Microscopy (SEM)

Analisa Scanning Electro Microscope (SEM) digunakan untk mempelajari struktur permukaan suatu material. Dalam penelitian ini analisa SEM dilakukan pada sampel Paduan PCL dan PLA dengan sampel paduan PCL, PLA, Bentonit dan Kitosan dengan tujuan untuk melihat pengaruh yang timbul dari adanya pencampuran filler bentonit dan kitosan.

Dari Gambar 4.8 terlihat jelas bahwa komposit PCL/PLA murni menunjukkan molekul yang cukup banyak dan sangat kecil, dibutuhkan pembesaran hingga 2000x pembesaran hingga terlihat jelas molekul tersebut. Interaksi tersebut menunjukkan tidak meratanya senyawa yang tersusun dalam polimer.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Megawatidiana [6], dalam analisa Analisa Scanning Electron Microscopy (SEM) diperoleh hasil pengamatan dengan semakin banyak komposisi PCL yang ditambahkan, microfer cenderung memiliki permukaan yang berpori. Dengan demikian ruang pori atau void yang terdapat dalam microfer cenderung menurunkan sifat mekanik.

Chern chit [5] dalam artikelnya, menambahkan filler berupa nanoclay dalam polimer PCL/PLA menghasilkan morfologi yang berpori dari evek interaksi yang dihasilkan dengan penambahan filler tersebut. Dilihat dari hasil morfologi yang diperoleh, tampak permukaan polimer dengan perpaduan dari ke empat polimer menghasilkan permukaan yang tidak berpori dan tampak rata serta tidak terlihat kandungan void didalamnya.

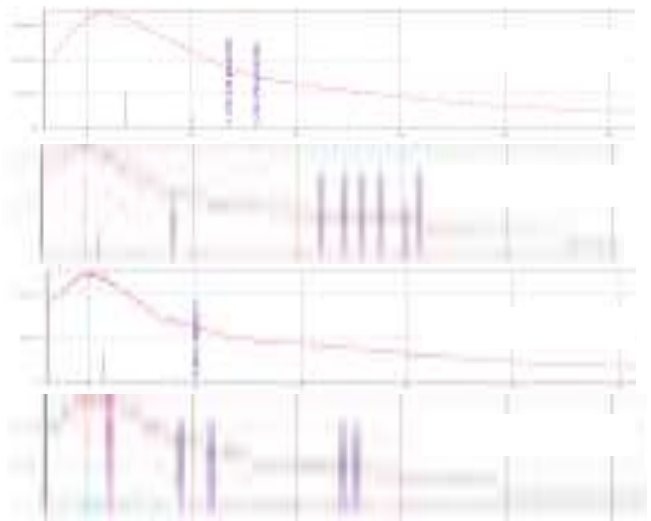


Gambar 8. Hasil Uji SEM

Dengan demikian adhesi dari polimer-polimer penyusun yang ditambahkan kedalamnya, mengikat dan tercampur secara sempurna. Molekul yang terlihat pada gambar B berbentuk lebih besar dan lebih banyak dengan gambar A, dan semakin meningkat dengan bertambahnya filler yang diberikan pada polimer. Dengan adanya molekul ini mempengaruhi sifat mekanik komposit

D. XRD (X-Ray Diffraction)

Analisa X-RD merupakan salah satu pengujian material yang biasanya digunakan untuk identifikasi unsur/senyawa dalam sampel (analisa kualitatif) dan penentuan komposisi serta fasa dalam sampel (analisa kuantitatif). Dalam penelitian ini analisa X-RD dilakukan pada formulasi paduan PCL dan PLA murni dan sampel paduan PCL, PLA murni, Bentonit dan Kitosan nanokomposit.



Gambar 9 kurva hasil uji X-RD pada Formulasi F21, F28, F29, F30.

Dalam analisa X-RD pada formulasi F 21 dideteksi senyawa yang terkandung di dalam formulasi ialah $Mg_4Si_6O_{15}(OH)_2 \cdot 6H_2O$ (Magnesium Silicate Hydroxide Hydrate), pada formulasi F28 senyawa yang terdeteksi ialah Hydrogen Aluminum Silicate ($H_{18.9}Al_{18.9}Si_{173.1}O_{384}$), Iron Silicate Hydroxide ($(Fe_7Si_8O_{22}(OH)_2$), dan

Poly(tetrafluoroethylene) (C₂F₄)_n, kemudian pada formulasi F29 hanya terdeteksi senyawa C₃₆H₄₂NO₈P_HCl, selanjutnya dalam formulasi F30 terdeteksi dua senyawa yaitu Magnesium Iron Silicate Hydroxide ((Mg₅Fe₂Si₈O₂₂(OH)₂) dan C₃₆H₄₂NO₈P_HCl

Dalam penelitian yang dilakukan Yessi warastuti dkk (2013), dengan analisa xrd menghasilkan grafik yang tidak terbentuknya puncak difraksi baru dan tidak terjadinya pergeseran sudut difraksi secara signifikan pada membran komposit menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan struktur kristal pada campuran.

Dari hasil yang diperoleh, pada formulasi F21 yang merupakan kombinasi antara PCL dan PLA murni menghasilkan senyawa baru. Pada saat ditambahkan filler bentonit dan kitosan, hasil menunjukkan pendeteksian senyawa baru akibat adanya penambahan filler tersebut. Saat konsentrasi kitosan dan bentonit ditingkatkan, senyawa yang terdeteksi lebih sedikit. Hanya satu senyawa yang terdeteksi pada formulasi dengan filler yang ditambahkan sebesar 5%.

Kemudian dari hasil analisa XRD pada sampel formulasi dengan filler 8% di deteksi dua senyawa Magnesium Iron Silicate Hydroxide ((Mg₅Fe₂Si₈O₂₂(OH)₂) dan C₃₆H₄₂NO₈P_HCl. Senyawa Magnesium Iron Silicate Hydroxide terdeteksi pada formulasi Paduan PCL dan PLA (F21) dan juga pada formulasi F8 tetapi tidak terdeteksi pada formulasi F29. Sedangkan senyawa C₃₆H₄₂NO₈P_HCl hanya ada pada formulasi F29 dan F30. Fenomena ini menunjukkan interaksi antara senyawa yang ditambahkan di dalam polimer.

E. Biodegradasi

Formulasi seluruhnya di uji degradasi dengan media tanah kompos, dalam peneelitan ini, seluruh sampel diletakkan langsung pada alam kemudian dibiarkan hingga waktu yang ditentukan. Banyak penelitian dilakukan yang serupa dengan ini seperti penelitian yang dilakukan Ying Wan [3], dan Sinha Ray [7]. Untuk menunjukkan waktu degradasi yang dibutuhkan oleh suatu polimer.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sinha Ray [7] yang mencampurkan antara PLA dan bentonite, dengan konsentrasi 2, 4, dan 8 %wt bentonit, menghasilkan tingkat degradasi yang lebih cepat dengan adanya penambahan filler , tingkat degradasi yang diperoleh mencapai dua bulan hingga terdegradasi secara keseluruhan dan perubahan sampel baru dapat terlihat perubahan selama satu bulan.



Gambar 4.10 Proses biodegradasi polimer pada alam minggu

Proses pendegradasian direncanakan hingga mencapai dua bulan, hasil Hasil analisa yang diperoleh melalui pengamatan langsung selama waktu 3 minggu menunjukkan sedikit perubahan yang dialami oleh polimer, namun belum dapat terlihat jelas perubahan yang di alami, perubahan yang jelas terlihat hanya pada perubahan warna dari polimer yang diuji. Perubahan warna hanya terjadi pada polimer yang memiliki filler sedangkan polimer yang tidak memiliki filler tidak diperoleh perubahan sama sekali.



Gambar 4.11 Hasil pengamatan Biodegradasi selama 3 minggu

Perubahan warna tersebut hanya terjadi pada bagian permukaan namun polimer tidak mengalami kerusakan selama waktu proses pendegradasian yang dilakukan selama 3 minggu. Kerusakan tersebut dikarenakan adanya senyawa bentonit dan kitosan yang terkandung didalam sampel.

Ying Wan [3], dalam artikelnya menjelaskan bahwa penambahan filler dalam polimer PCL sehingga mampu meningkatkan sifat degradasi. Hal ini belum dapat dibuktikan dengan waktu yang singkat. Dengan demikian perlu dilakukan lanjutan untuk menganalisa waktu degradasi yang tepat, sehingga dapat diketahui waktu yang dibutuhkan untuk degradasi polimer tersebut.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian maka dapat disimpulkan Penambahan filler bentonit dan kitosan kedalam polimer PCL dan PLA dapat mempengaruhi sifat mekanik material. Kuat tarik yang dihasilkan oleh polimer paduan PCL,PLA,bentonit dan Kitosan ialah 12,81 Mpa (sampel F28) dan semakin menurun dengan ditambahkannya konsentrasi filler, penurunan yang dihasilkan mendekati kesetaraan. Karakteristik polimer dengan adanya penambahan kitosan dan bentonit menghasilkan polimer yang lebih lentur dan lebih kuat dari paduan PCL/PLA Struktur morfologi komposit menunjukkan keberadaan molekul yang semakin meningkat sehingga mempengaruhi sifat mekanik seperti kuat tarik dari komposit. Degradasi polimer selama masa uji 3 minggu menghasilkan warna polimer yang semakin menguning akibat interaksi dengan lingkungan. Kerusakan fisik polimer belum terlihat pada masa uji selama 3 minggu.

REFERENSI

- [1] Ridwan., 2017, Preparasi dan Karakterisasi PCL (Poly ϵ - caprolactone) dengan Bentonit Sawang Aceh Utara dan Chitosan Nanokomposit sebagai Bahan Kemasan Makanan Anti Mikroba, Medan: Universitas Sumatra Utara.
- [2] Nurhanifa, Suryani, Adriana, Pocut Nurul Alam, Teuku Rihayat., 2017, Peningkatan Kualitas Biopolimer (*Poly Lactid Acid*) dengan Penambahan *Filler* Bentonit.
- [3] Ying wan., xiaoling lu., dalai, siqin., junzang., 2009, Thermophysical properties of polycaprolactone/chitosan blend membranes. Advanced Biomaterials and Tissue Engineering Center.
- [4] Bonilla, J., Fortunati, E., Vargas, M., Chiralt, A., Kenny ,J.M. 2013. Effects of chitosan on the physicochemical and antimicrobial properties of PLA films. Journal of Food Engineering.
- [5] Chern Chiet Eng, Nor Azowa Ibrahim, Wan Md. Zin Wan Yunus, Yoon Yee Then, Norhazlin Zainuddin, and Cher Chean Teh., 2013, *Enhancement of Mechanical and Thermal Properties of Polylactic Acid/Polycaprolactone Blends by Hydrophilic Nanoclay*. Indian Journal of Materials Science.
- [6] Megawati diana wulan., 2011, Peningkatan Kualitas Biopolimer (*Poly Lactid Acid*) dengan Penambahan *Filler* Bentonit. Universitas Indonesia
- [7] Sinha Ray, Suprakas., 2015, Multifunctional Nanobiocomposites Of Biodegradable Polylactide And Nanoclay. *National Centre for Nanostructured Materials, Council for Scientific and Industrial Research, Pretoria, South Africa, Department of Applied Chemistry, University of Johannesburg, Doornfontein, Johannesburg, South Africa.*