

PENGEMBANGAN PLASTIK WRAP (PLA-PCL) RECYCLABLE DENGAN PENAMBAHAN MINYAK SEREH WANGI SEBAGAI AGEN ANTI BAKTERI

Aida Safitri¹

¹*Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe*
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹ aidasafitri853@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian mengenai pengembangan plastik wrap cellulose nanocrystals (CNC) bertujuan untuk mempelajari tingkat elastisitas dan sifat anti bakteri dari plastik yang dihasilkan. Secara fungsionalisasi, CNC diperlukan untuk meningkatkan dispersi nanofiller dalam matriks polimer serta mempengaruhi sifat akhir dari nanokomposit. Metode yang digunakan untuk proses dispersi partikel adalah metode grafting. Metode tersebut menyatukan struktur kimia dari monomer yang tercangkok ke selulosa akan mempengaruhi sifat-sifat dari selulosa tercangkok seperti karakter hidrofilik dan hidrofob, peningkatan elastisitas, daya absorpsi terhadap zat warna dan air, kemampuan sebagai penukar ion dan ketahanan terhadap panas. Bahan lain yang ditambahkan merupakan Poli ϵ -kaprolakton (PCL) karena merupakan salah satu polimer biodegradable yang menarik dan telah digunakan secara luas karena meningkatkan fleksibilitas PLA, menghindari efek plasticizer selama pemrosesan serta menghindari fenomena migrasi. Novelty dari penelitian ini merupakan penambahan minyak sereh wangi sebagai agen anti bakteri. Komponen kimia seperti geraniol dan linalol merupakan komponen utama yang bersifat sebagai agen anti bakteri berdasarkan uji bakteri gram negatif dan positif menggunakan bakteri *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* and *Escherichia coli*. Untuk mengetahui sifat akhir dari produk berupa plastik wrap recyclable dilakukan uji mekanik seperti ketahanan termal (TGA), XRD, Kuat Tarik dan SEM. Hasil dari uji tersebut akan dijadikan sebagai parameter sebelum penerapannya dibidang industri ekstraktif.

Kata kunci— Plastik, PLA, PCL, Plasticizer, Sereh Wangi

ABSTRACT

Research on the development of plastic wrap cellulose nanocrystals (CNC) aims to study the elasticity and anti-bacterial properties of the plastic produced. Functionally, CNC is needed to increase the dispersion of the nanofiller in the polymer matrix and influence the final properties of the nanocomposites. The method used for the particle dispersion process is the grafting method. This method integrates the chemical structure of the monomer grafted onto cellulose which will affect the properties of grafted cellulose such as hydrophilic and hydrophobic characters, increased elasticity, absorption of dyes and water, the ability to exchange ion and heat resistance. Another material added is Poly ϵ -caprolactone (PCL) because it is an interesting biodegradable polymer and has been widely used because it increases the flexibility of PLA, avoids the effect of plasticizers during processing and avoids the phenomenon of migration. The novelty of this research is the addition of fragrant lemongrass oil as an anti-bacterial agent. Chemical components such as geraniol and linalol are the main components that act as anti-bacterial agents based on positive and gram-negative

bacterial tests using *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumonia* and *Escherichia coli*. To determine the final properties of the product in the form of recyclable plastic wrap, mechanical tests such as thermal resistance (TGA), XRD, tensile strength and SEM were performed. The results of these tests will be used as parameters prior to their application in the extractive industry.

Keywords— Citronella, Plastic, PLA, PCL, Plasticizer

I. PENDAHULUAN

Perkembangan pusat perbelanjaan di Indonesia meningkat 20% selama tahun 2019. Hal ini mendorong peningkatan penggunaan plastik wrap untuk mengemas berbagai macam bahan mentah seperti sayur, daging, ikan bahkan buah-buahan. Proses pengemasan bahan makanan mentah tersebut masih menggunakan plastik berbahan kimia yang berpotensi membahayakan bahan makanan karena mengandung senyawa PVDC (Polyvinylidene chloride). Penggunaan plastik biodegradable sebagai bahan pengemas hanya digunakan oleh beberapa industri waralaba jasa boga, sedangkan industri pangan belum banyak menggunakannya (Enviplast 2016).

Jumlah sampah plastik yang dihasilkan di Indonesia selalu mengalami peningkatan. Pada tahun 2019, jumlah plastik yang dihasilkan mencapai 67 ton dan 15% merupakan plastik anorganik. Secara global, produksi plastik mencapai 348 juta ton pada tahun 2018, setengahnya disebabkan oleh produk plastik yang hanya sekali pakai (PlasticEurope, 2018). Sampah yang dihasilkan tersebut akan berakhir di laut lepas dan membahayakan ekosistem serta biota laut. Plastik biodegradable lebih mahal dari plastik konvensional karena kapasitas produksinya belum optimal dan teknologi proses belum berkembang luas. Selain itu, belum adanya aturan pembatasan penggunaan plastik konvensional juga membuat bioplastik belum banyak digunakan. Menjawab tantangan tersebut, penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan tumbuhan yang memiliki kelimpahan di Aceh seperti Ubi

Jalar untuk menjadi bahan baku pembuatan plastik wrap yang recyclable. menjadi sangat mahal seiring dengan harga minyak nabati yang juga semakin terjangkau. Penelitian mengenai plastik biodegradable telah dilakukan dengan mengusulkan proses yang berkelanjutan, ramah lingkungan dan sederhana untuk mengubah residu mikroalga yang mengandung garam tinggi berbahaya menjadi film bioplastik dengan bantuan polivinil alkohol (PVA) 35%, film bioplastik komposit tersebut mencapai kekuatan tarik 22 MPa dalam kondisi alkali dan perpanjangan 77% pada kondisi asam (Zhang, Wang, Cao, Wang, & Ho, 2019). Namun, penggunaan plastik tersebut masih berbahaya karena mengandung PVA.

Proses blending adalah cara umum dan relatif sederhana yang saat ini tersedia pada pendekatan tingkat industri untuk menyempurnakan sifat fisik dan mekanik dari biopolimer tersebut, dengan demikian dilakukan pencampuran PLA dengan bahan biodegradable lain. Poli- ϵ -kaprolakton (PCL) adalah salah satu polimer biodegradable yang menarik dan telah digunakan secara luas karena meningkatkan fleksibilitas PLA, menghindari kehilangan plasticizer selama pemrosesan serta menghindari fenomena migrasi. Modifikasi lain yang digunakan untuk meningkatkan kualitas dari PLA-PCL adalah dengan menambahkan minyak atsiri untuk menambah sifat anti-bakteri. Penambahan tersebut menambah nilai jual dari PLA-PCL terutama melalui pengaplikasiannya dibidang industri food packaging.

Pada penelitian ini, selulosa nanocrystals (CNC) digunakan sebagai penguat untuk PLA serta PCL karena biodegradabilitas, keterbaruan dan memiliki kekakuan yang tinggi. Namun, dispersi homogen CNC ke matriks PLA dan PCL tidak mudah dicapai karena respons hidrofilik / hidrofobik yang sangat berbeda. Dengan demikian, fungsionalisasi CNC diperlukan untuk meningkatkan dispersi nanofiller dalam matriks polimer serta sifat akhir dari nanokomposit. Namun masalah ini dapat dipecahkan dengan metode grafting untuk mendapatkan nanokomposit berbasis pada matriks CNC dan PLA PCL dengan sifat akhir yang ditingkatkan. Komposit yang diperkuat CNC memiliki banyak kelebihan seperti biodegradable, tidak beracun, berbiaya rendah dan recyclable (Sengupta, Manna, Roy, & Das, 2020).

II. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk memproduksi produk nanokomposit PLA / CNC komersial, penggunaan rute pencampuran leleh secara langsung dan terus menerus tidak dapat dihindari. Dalam konteks ini, beberapa penelitian mencoba untuk meningkatkan dispersi CNC dalam PLA melalui metode pencampuran leleh seperti menggunakan ekstruder sekrup ganda (TSE) atau mixer internal (IM). Telah terlihat bahwa gaya geser / elongasional yang diterapkan dalam pencampuran leleh hampir tidak dapat mengatasi partikel CNC hidrofilik yang terikat kuat. Sementara itu, suhu pemrosesan yang tinggi bersama dengan gaya geser yang diterapkan dapat menurunkan lebih lanjut secara termal CNC yang berakselerasi melebihi 200 °C. Oleh karena itu, terobosan berbeda telah ditawarkan untuk meningkatkan dispersi CNC di PLA sambil meminimalkan degradasi termal

Riset ini melakukan Pengembangan plastik wrap cellulose nanocrystals (CNC) recyclable dengan penambahna minyak sereh wangi sebagai agen anti bakteri dibidang industri ekstraktif yang dihasilkan. Maka sistematika metode riset yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

A. Alat dan Bahan yang digunakan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat penggilingan (hammer mill dan disk mill), ayakan 1,18 mm dan 2,36 mm, Wadah penyimpanan, neraca digital, batang pengaduk, labu leher 1, heating mantle, refluks, kertas pH meter, oven, hot plate stirrer, corong, kertas saring, gelas ukur, enlemeyer, pipet tetes, magnetic stirrer, dan termometer. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat batang Ubi Jalar, asam asetat (CH₃COOH) 98%, asam klorida (HCl) 37%, asam fosfat (H₃PO₄) 98%, aquades, natrium sulfat (Na₂SO₃), asam asetat anhidrida 99%, asam asetat glasial 100%, dan asam sulfat (H₂SO₄) 96%, Minyak Sereh wangi dan PCL.

B. Metode yang digunakan

B.1 Pengeringan dan Preparasi Serat

Batang Ubi Jalar yang digunakan pada penelitian ini berasal dari kebun percobaan di daerah Simpang Keuramat, Aceh Utara. Batang Ubi Jalar awalnya dipotong, dikupas kulitnya, dikeringkan dan disimpan pada suhu ruang. Batang Ubi Jalar dikeringkan selama kurang lebih 5 hari di bawah sinar matahari. Batang Ubi Jalar yang telah kering kemudian digiling (dikecilkan ukurannya) lalu disaring dengan menggunakan ayakan 1,18 mm dan 2,36 mm. Serat batang Ubi Jalar yang telah diayak dikeringkan kembali pada suhu 80 °C sampai beratnya konstan.

C. Isolasi Selulosa

Proses isolasi selulosa terdiri dari tahapan pretreatment material, proses delignifikasi, dan proses bleaching.

C.1 Pretreatment

Sebanyak 80 g serat limbah batang Ubi Jalar direfluks dengan menggunakan pelarut asam dan aquades, dengan rasio bahan terhadap cairan pemasak yaitu 1 : 6 selama 1 jam pada suhu 90°C. Variabel asam dan konsentrasi yang digunakan adalah asam fosfat 0%, 1%, 3%, 5%, asam

asetat 0%, 1%, 3%, 5% dan asam klorida 0%, 1%, 3%, 5%. Kemudian larutan dipisahkan dari cairan pemasak, disaring, dicuci dengan aquades sampai pH netral, dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 80°C. Lalu dilakukan uji densitas, analisis kadar selulosa, hemiselulosa, lignin, uji FTIR, dan SEM.

C.2 Delignifikasi

Tahap selanjutnya pada delignifikasi menggunakan Na₂SO₃ 20%, dengan rasio sampel dan volume Na₂SO₃ 1:8, 1:10, dan 1:12 v/v dan variabel waktu selama 2, 2½, dan 3 jam pada suhu 100°C. Kemudian selulosa yang didapatkan dipisahkan dari pelarut asam dan dicuci dengan aquadest hingga bersih. Setelah pencucian, selulosa basah selanjutnya dikeringkan pada suhu 100°C. Kemudian dianalisis kadar selulosa, hemiselulosa, lignin.

C.3 Bleaching

Residu yang dihasilkan dari proses delignifikasi selanjutnya ditambahkan larutan Hidrogen Peroksida (H₂O₂) dan dibiarkan pada suhu kamar selama 3 jam sambil sesekali diaduk. Perbandingan residu dan larutan H₂O₂ dengan konsentrasi 6% yang ditambahkan adalah 1:10 (b/v). Selanjutnya dilakukan penyaringan dan residu yang diperoleh dicuci sampai netral dan dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C.

C.4 Sintesa Selulosa Asetat

Sebanyak 10 g selulosa ditambahkan 250 ml asam asetat glasial dan diaduk menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan skala 3 selama 30 menit pada suhu 50°C. Selanjutnya, larutan ditambahkan 1,6 ml H₂SO₄ dan 97 ml asam asetat glasial lalu diaduk dengan kecepatan skala 3 selama 25 menit. Asam asetat anhidrida ditambahkan pada campuran dengan perbandingan selulosa terhadap asetat anhidrida sebesar 1:10 (b/v), dibantu pengadukan dengan kecepatan skala 3 selama 30 menit pada suhu 50°C. Campuran didiamkan selama 14 jam pada suhu ruang, dilanjutkan dengan

penyaringan. Kedalam filtrat ditambahkan air setetes demi setetes sampai terbentuk endapan. Endapan yang diperoleh dipisahkan dari larutan, kemudian dicuci hingga netral lalu dikeringkan pada suhu ruang hingga kering.

D.Pembuatan nanokomposit PLA-PCL-Minyak Sereh Wangi

PLA dilarutkan dalam 30 ml larutan kloroform pada suhu 60 oC selama 2 jam. Setelah PLA larut, ditambahkan PCL dengan variasi konsentrasi yang telah ditentukan Lalu dipanaskan pada suhu 80 oC dan diaduk dengan konstan agar campuran homogen selama 15 menit. Setelah seluruhnya homogen, ditambahkan 2 ml Minyak Sereh Wangi. Larutan komposit dimasukkan kedalam cetakan, lalu dikeringkan didalam oven pada suhu 40 oC selama 24 jam hingga kering. Plastik yang terbentuk dilakukan uji kuat tarik, SEM, TGA, XRD dan Uji bakteri.

E. Prosedur Pengujian

E.1 Uji Kuat Tarik (ASTM. D 638-02 tipe 4)

Pengujian sifat mekanik dilakukan dengan uji kekuatan tarik dari material komposit dengan menggunakan ASTM D 638 dilakukan dengan memotong sampel berbentuk dumbell menggunakan pemotongan khas mengikuti dimensi yang telah ditetapkan: PCL 1,2,3 dan 4% Dilarutkan pada suhu 60 oC selama 2 jam Dipanaskan pada suhu 80 oC selama 15 menit Diamkan larutan pada cetakan selama 24 jam pada suhu ruang Analisa

E.2 Analisa Scanning Electron Microscope (SEM)

Scanning Electron Microscope untuk melihat morfologi dari plastik wrap (PLA-PCL) recyclable dengan penambahan minyak sereh wangi sebagai agen anti bakteri.

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, karakteristik mekanik Komposit PLA-PCL-CNC dan minyak sereh wangi dianalisa melalui pengujian kuat tarik (Tensile Strength) sampel dengan menggunakan alat UTM (Universal Testing Machine) di Laboratorium Uji Kuat Tarik Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Dimensi spesimen yang digunakan mengikuti dimensi spesimen pada ASTM D 638-99 tipe IV dimana setiap komposit yang akan diuji diberi beban tarik sebesar 200 kgf, dengan spesimen uji akan ditarik sejajar sampai bahan komposit patah, Menurut Zemansky (1990), nilai kekuatan tarik dari suatu bahan ditunjukkan berdasarkan nilai UTS (Ultimate Tensile Strength) yaitu nilai tegangan maksimum yang mampu diterima oleh bahan sebelum bahan uji mengalami kerusakan atau putus.

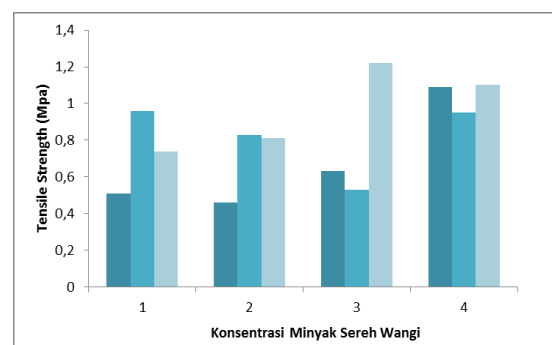
Sejak kurang dari dua dekade yang lalu, di antara nanopartikel selulosa, CNC telah digunakan lebih luas oleh akademisi untuk mengembangkan nanokomposit berbasis PLA sepenuhnya. Namun, pencapaian CNC yang terdispersi dengan baik dalam PLA belum banyak dikembangkan dengan menggunakan pencampuran leleh langsung. Ini terutama karena adanya interaksi gugus hidroksil pada permukaan CNC yang membuatnya sulit untuk menyebar di dalam PLA. Interaksi yang kuat antara partikel CNC serta luas permukaannya yang besar dan energi permukaan yang tinggi menyebabkan aglomerasi yang tidak dapat diubah selama pencampuran nanokomposit PLA / CNC yang meleleh.

Selama dekade terakhir, pendekatan hibrida yang berbeda, yang umumnya merupakan kombinasi proses basah (misalnya pengecoran larutan, pengumpanan cairan, pelapisan berputar) dan proses kering (misalnya pencampuran leleh) juga telah diterapkan untuk menyiapkan nanokomposit PLA / CNC. Studi yang berbeda tentang preparasi nanokomposit PLA / CNC melalui pendekatan hybrid yang berbeda jenis modifikasi (yaitu, metode preparasi CNC,

modifikasi permukaan CNC, atau jenis surfaktan / compatibilizer bekas), kandungan CNC, konsentrasi ambang perkolasi, dan analisis terapan adalah dilaporkan. mempelajari pengumpanan nanoselulosa berbantuan cairan ke dalam ekstruder untuk menghindari aglomerasi CNC dalam PLA. Tujuan mereka adalah untuk menghilangkan langkah pengeringan CNC sebelum diproses di mana CNC cenderung membentuk agregasi yang tidak dapat diubah sebagai akibat dari ikatan hidrogen yang kuat.

A. Hasil pengujian kuat tarik

Hasil kuat tarik (sifat mekanik) yang tinggi hal ini berkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Wafiroh, dkk., 2010) bahwa biofilm yang mempunyai sifat mekanik tinggi maka akan ditunjukkan kemampuan dan kekuatan biofilm dalam menjaga kualitas produk yang dikemasnya. Uji kuat tarik ini dipengaruhi oleh komponen penyusun biofilm meliputi PLA-PCL-CNC dan minyak sereh wangi, tingkat homogen pelarutan biofilm tersebut dan hubungan kuat tarik dengan konsentrasi minyak sereh disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Kekuatan tarik dari berbagai komposit; (—) 1% EO ; (—) 3 EO ; (—) 6%-EO.

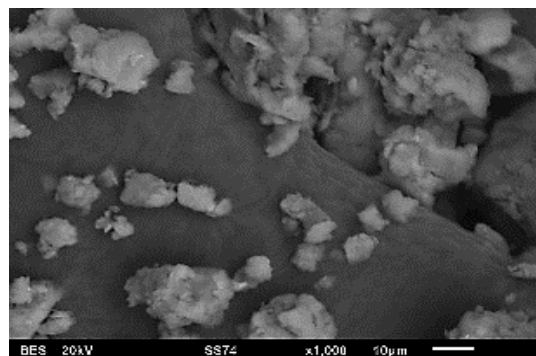
Dari gambar dapat dilihat bahwa nilai kuat tarik yang dihasilkan pada saat pengujian tidak konstan, hasil ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Chairul Amni, 2015) dimana hasil yang dihasilkan semakin banyak ditambahkan penguat minyak sereh wangi,

maka nilai kuat tarik yang dihasilkan oleh biofilm akan semakin tinggi, disebabkan karena semakin banyak penguat minyak sereh wangi akan mempengaruhi struktur dari biofilm tersebut. Hal ini disebabkan oleh pengaruh penambahan plastisizer Gliserol sebagai plastisitas, ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh (Yuniarti, 2014), dimana diperoleh nilai uji kuat tarik yang tidak stabil terhadap bioplastik berbahan dasar pati dengan penambahan gliserol yang dihasilkan. Gliserol menyebabkan kecenderungan sikap bersatu antara atom dan molekul pada bioplastik merenggang, dimana hal ini merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi sifat mekanik bahan bioplastik adalah aktivitas antara komponen penyusunnya yang merupakan suatu fenomena dimana atom atau molekul tertentu memiliki kecenderungan untuk bersatu dan berikatan.

Pengaruh CNC pada sifat tarik PLA yang berasal dari berbagai penelitian disajikan dalam bentuk grafik. Dalam grafik ini, pencapaian terbaik dalam kekuatan tarik dan modulus berdasarkan konten CNC dikumpulkan. Interaksi antarmuka yang buruk antara PLA dan CNC dapat menyebabkan distribusi tegangan yang tidak seragam di nanokomposit yang menekan perbaikan sifat mekanik. Dalam konteks ini, beberapa modifikasi kimia digunakan untuk meningkatkan ikatan antarmuka pengisi matriks yang menghasilkan peningkatan sifat tarik nanokomposit PLA / CNC. Diantaranya, pencangkakan permukaan CNC dengan isosinat atau uretanisasi, sililasi, asetilasi, esterifikasi, dan pencangkakan permukaan CNC dengan PLA.

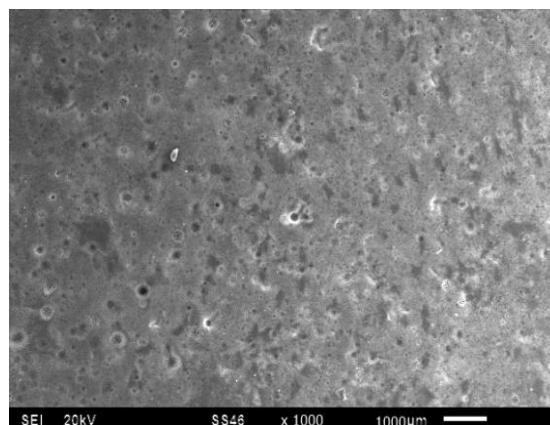
B. Hasil pengujian SEM

Scanning Electron Microscopy (SEM) digunakan sebagai teknik analisa morfologi yang dapat mengidentifikasi permukaan suatu bahan dengan resolusi yang lebih tinggi daripada mikroskop optik yang cenderung konvensional.



Gambar .4.3 Foto SEM Komposit PLA-PCL-CNC dengan konsentrasi EO 3%.

Metode ini memudahkan para peneliti untuk dapat mengamati apa yang terjadi didalam dan sekitar interface antara bahan dengan lapisan oksida secara detil atau bahkan secara In-Situ (Sujatno, 2015). Perlakuan Analisa SEM komposit PLA difokuskan pada bahan komposit berdasarkan hasil uji tarik yang baik dari masing masing konsentrasi matriks dan filler.



Gambar.4.3 Foto SEM Komposit PLA-PCL-CNC dengan konsentrasi EO 6%.

Morfologi dari komposit dalam bentuk film diamati menggunakan alat SEM yang dibuktikan dengan foto SEM pada Gambar.4.3 pada gambar diatas ditampilkan hasil SEM sampel komposit yang memiliki karakteristik mekanik yang baik, yaitu konsentrasi 6% EO. Hasil SEM untuk uji morfologi sampel biofilm dengan standar tampak pada gambar diambil dengan detektor SE. Detektor Secondary Electrons (SE) memiliki energi yang rendah, maka elektron yang berada sangat dekat permukaan saja yang tampak ke luar. Secondary Electron menghasilkan

topografi yang permukaan tinggi warna yang lebih cerah daripada permukaan yang rendah. Sehingga komposit biofilm yang dihasilkan morfologi yang kurang seragam dan terjadi gumpalan. Hal ini didukung oleh teori yang menyatakan bahwa peningkatan kandungan bahan pengisi menyebabkan terbentuknya gumpalan yang besar pada partikel pengisi. Ketika tingkat gumpalan meningkat, maka interaksi antara pengisi dan matriks menjadi lemah. Sedangkan minyak sereh dapat homogen dengan bahan lainnya. Selain itu, kurang cukupnya proses pengadukan dan proses pemanasan antara CNC, dan matriks PLA, yang menyebabkan tidak tersebarnya partikel EO dengan baik.

Agregat CNC yang terbentuk dalam matriks bisa lebih jauh bertindak sebagai situs terkonsentrasi stres dan menyebabkan pengurangan dramatis sifat mekanik dalam nanokomposit. Banyak upaya telah dilakukan untuk meningkatkan dispersi CNC dalam PLA dan karenanya meningkatkan sifat akhir nanokomposisinya. Upaya tersebut meliputi fungsionalisasi permukaan CNC, penambahan surfaktan / kompatibilizer dan penggunaan pendekatan pemrosesan hybrid. Baru-baru ini, dispersi CNC yang sangat baik diilustrasikan saat menggunakan teknik solusi di mana ambang perkolasi reologi CNC dapat secara signifikan mengurangi hingga di bawah 1% berat CNC dalam PLA.

Dalam sistem yang terdispersi dengan baik ini, peningkatan properti diperoleh terutama melalui dispersi seragam CNC dalam PLA dengan interaksi matriks / pengisi yang kuat dan interaksi antar partikel pengisi / pengisi CNC. Perlu juga dicatat bahwa ketika CNC dicampur dengan polimer hidrofilik seperti pati plasticized, meskipun afinitas tinggi dari CNC dengan matriks, sifat akhir dari nanokomposit mungkin ditekan. Ini karena afinitas CNC yang terlalu tinggi dengan matriks dapat menurunkan interaksi antarpartikel yang diperlukan untuk pembentukan jaringan yang solid.

Modifikasi permukaan kimia juga dapat dianggap sebagai solusi yang menjanjikan untuk meningkatkan dispersi CNC di PLA, meskipun dapat juga menimbulkan beberapa kekurangan. Misalnya, bahkan jika modifikasi permukaan dapat membantu dispersi CNC di dalam matriks, itu juga bisa mengganggu interaksi nanopartikel CNC dan karenanya pembentukan jaringan solid CNC. Ini pada akhirnya dapat menekan beberapa properti dari komposit akhir. Selain itu, peningkatan skala nanokomposit tergabung dengan CNC yang dimodifikasi permukaan sangat mahal. Terlepas dari kerugian yang disebutkan, penelitian telah dilakukan untuk memahami pengaruh modifikasi permukaan CNC pada dispersinya di dalam matriks.

Akibat laju kristalisasi yang lambat, PLA mungkin tidak mengalami kristalisasi selama laju pendinginan cepat atau bahkan sedang. Dalam konteks ini, kristalisasi PLA di sebagian besar teknik pemrosesan yang mencakup pendinginan cepat merupakan tantangan besar. Kehadiran nanopartikel CNC kaku dalam PLA dapat mempengaruhi kristalisasi PLA dengan berfungsi sebagai agen nukleasi pada dispersi yang baik. Peningkatan kristalinitas biasanya bisa lebih jelas dalam sistem dengan kandungan nanopartikel rendah. Di luar jumlah tertentu, nanopartikel selanjutnya dapat menghambat mobilitas molekul PLA dan karenanya membatasi pelipatan rantai dan pertumbuhan kristal lamelar berinti.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengamatan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut : Nilai kuat tarik (Tensile Strength) optimum yang diperoleh pada penambahan minyak sereh sebanyak 3 %, yaitu sebesar 1,22 Mpa. Morfologi yang terlihat pada permukaan sampel yang kurang merata pada semua perbesaran. Minyak sereh wangi yang ditambahkan sebagai anti bakteri komposit yang

dihasilkan juga mampu meningkatkan nilai kuat tarik.

Metode solvent casting pelarut dapat digunakan sebagai alternatif untuk menyebarkan partikel nano selulosa secara halus meskipun metode ini tidak dapat diterapkan secara industri. Modifikasi permukaan nanoselulosa juga dapat meningkatkan interaksi antar muka partikel nanoselulosa dengan PLA, dan dengan demikian sifat mekanik akhir PLA. Di antara modifikasi permukaan, pencangkakan polimer telah dianggap sebagai salah satu jenis modifikasi yang dapat meningkatkan properti yang dicatat. Namun, pembentukan jaringan perkolasi yang kaku di antara partikel nanoselulosa bisa menjadi lebih menantang ketika permukaannya dimodifikasi. Perlu juga disebutkan bahwa metode persiapan nanoselulosa dan teknik pengeringan nanoselulosa secara signifikan mempengaruhi dispersinya dalam PLA karena mempengaruhi morfologi dan sifat permukaan nanoselulosa.

Kualitas dispersi nanoselulosa dalam PLA dan interaksi antarmukanya dapat dengan mudah diungkapkan melalui pengukuran reologi. Pembentukan jaringan perkolasi antara partikel nanoselulosa dalam PLA menyebabkan peningkatan substansial dalam modulus kerugian dan viskositas kompleks komposit pada frekuensi rendah mengungkapkan CNC jaringan perkolasi di bawah wt 3% di PLA. Efek nukleasi kristal nanoselulosa juga dapat menyebabkan peningkatan PLA kristalinitas dan mempercepat laju kristalisasi PLA. Penggabungan partikel nanoselulosa yang terdispersi dengan baik juga dapat meningkatkan modulus dan kekuatan PLA sekaligus mengurangi perpanjangan putus. Penambahan nanoselulosa juga dapat meningkatkan modulus penyimpanan PLA.

DAFTAR PUSTAKA

Arunima, R., Sabu, T. 2017. Polyurethane Polimer. Polyurethanes: Structure, Properties, Synthesis,

Characterization, and Applications. Hal: 1-16.

Ajay, V, R., Krishnan, K., Sabu, T. 2017. Polyurethane Polimer. Application of Polyurethane Based Composite and Nanocomposite. Hal: 559-573.

Barbara, P, P., Lukasz, B., Bogdan, M. 2017. Progress in Organic Coatings. Study On The Synthesis Of New Blocked Polyisocyanates as Crosslinking Agents For Hydrophobic Polyurethane Powder Clear Coatings. Vol. 113. Hal: 82-89.

Bala, E, S., Onur, G., Fahri, E., Mahmed, S, C. 2017. Applied Clay Science. Contribution of Cations and Layer Changes in the Smectite Structure on Zeta Potential of Ca-Bentonites. Vol.143. Hal: 415-421.

Cabuk, M., Yusuf, A., Ibrahim, H, U. 2016. Carbohydrate Polymer. Enhanced Electrokinetic Properties and Microbial Activities of Biodegradable Chitosan/Organo-Bentonite Composite.

Carl, F, F., Chandan, P., Carl, J, S., Erik, Kristiansson, dkk. 2017. Science of The Total Environment. Does Antifouling Paint Select for Antibiotic Resistance?.

Chuanjin, H., Qunfeng, C. 2017. Composite Science and Technology. Learning from Nacre: Constructing Polymer Nanocomposite. Vol.150. Hal: 141-166.

Clouttier, M., Mantovani, D., Rosei, F. 2015. Trends in Biotechnology. Antibacterial Coatings: Challenges, Perspectives, and Opportunities. Vol.33. No.11.

Cyras, V, P., D'Amico, L, B., Manfredi. 2018. Crystallization in Multiphase Polymer System. Crystallization Behavior of Polymer Nanocomposite. Hal: 269-311.

Claudiane, M., Ouellet, P., Joanna, S., Abir, A, L. 2014. Colloids and Surface A: Physicochemical and Engineering Aspect.

The Effect of Cationic, Non-Ionic and Amphiphilic Surfactants on The Intercalation of Bentonite. Vol. 444. Hal: 330-337.

Daimei, C., Jian, C., Xinlong, L., Haipeng, J., Zhiguo, X. 2011. Chemical Engineering Journal. Characterization of Anion-Cationic Surfactants Modified Montmorillonite and its Application for Removal of Methyl Orange. Vol.171. Hal: 1150-1158.

Francisco, R., Manuela, L., Mercedes, F, S., Alejandro, F, A. 2017. Chemosphere. Aerobic Biodegradation of Amphotheric Amine-Oxide-Based Surfactants: Effect of Molecular Structure, Initial Surfactant Concentration and pH. Vol. 171. Hal: 324-331.

Gala, S. 2011. Jurnal Chemica. Sintesa Polioli dari Minyak Sawit dengan Reaksi Epoksidasi dan Hidroksilasi. Vol.12. Hal: 36-43.

Gaofeng, W., Shan, W., Zhiming, S., Shuilin, Z., Yunfei, X. 2017. Structures of Nonionic Surfactant Modified Montmorillonites and Their Enhanced Adsorption Capacity Towards a Cationic Organic Dye. Vol. 148. Hal: 1-10.