

PENINGKATAN KUALITAS BIOPOLIMER (PLA) NANOKOMPOSIT MODIFIKASI *FILLER* BENTONIT DAN KITOSAN ANTI-BAKTERI

Fanny Sakinah¹

¹*Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe*
Jln. B. Aceh-Medan Km. 280 NBuketrata 24301 INDONESIA
¹fanny.sakinah081099@gmail.com

ABSTRAK

PLA adalah biopolimer yang paling menjanjikan, karena menawarkan beberapa keunikan terutama sifat Biodegradable, kompatibel dan kemampuan proses termoplastiknya. PLA digunakan untuk banyak aplikasi yang berbeda, dari kemasan hingga produk pertanian dan industri farmasi. Tujuan umum dari tinjauan ini adalah untuk memperkenalkan asam poli-laktat (PLA), termoplastik yang dapat kompos dan dapat terurai terbuat dari sumber yang terbarukan. Kemampuan PLA untuk menjadi aktif yang kuat bahan kemasan di berbagai daerah yang membutuhkan karakteristik antimikroba dan antioksidan dibahas. Karena itu, aplikasi nanomaterials dalam kombinasi dengan struktur PLA untuk membuat nanocomposites PLA baru dengan yang lebih besar kemampuan juga tercakup. Pendekatan ini dapat memodifikasi kelemahan PLA untuk beberapa aplikasi kemasan makanan. Keterkaitan dari bahan bio-original 100% dan nanomaterial membuka jendela baru untuk menjadi mandiri, terutama, dari polimer berbasis petrokimia dan, kedua, untuk menjawab lingkungan dan masalah kesehatan niscaya akan tumbuh seiring waktu. Peningkatan efektivitas bahan kemasan dapat membantu mencegah patogen bawaan makanan dan mengurangi limbah lingkungan. Modifikasi dengan penambahan bentonit dalam PLA akan membentuk nanokomposit. Nanokomposit adalah material yang tersusun atas dua atau lebih komponen penyusun, dimana salah satu atau lebih komponen memiliki ukuran yang sangat kecil, yaitu nanometer (1-100 nm). Polimer-bentonit nanokomposit terbentuk dengan mendispersikan material nanobentonit berlapis pada matriks polimer. Nanobentonit memiliki luas permukaan yang sangat besar sehingga dapat berinteraksi secara efektif dengan matriks polimer pada konsentrasi rendah (5-8%). Akibatnya, polimer nanobentonit menunjukkan peningkatan pada modulus, stabilitas termal dan sifat barrier tanpa peningkatan berat jenis dan kehilangan sifat optik. Disini juga PLA akan di modifikasi dengan kitosan, interaksi antara polylactid acid (PLA) dengan kitosan memberikan perlindungan terhadap kontaminasi dan pembusukan oleh mikrobia penyebab makanan mudah basi dan rusak. Dalam kemasan makanan, antimikroba berpengaruh terhadap sifat menghalangi bahan terkena bakteri, sehingga dapat meningkatkan kadaluarsa dan kualitas produk.

Kata kunci : PLA, Kitosan, Bentonit, Nanokomposit

ABSTRACT

PLA is the most promising biopolymer, because it offers several unique properties, especially biodegradable, compatible and thermoplastic processing capabilities. PLA is used for many different applications, from packaging to agricultural products and the pharmaceutical industry. The general aim of this review is to introduce poly-lactic acid (PLA), a compostable and biodegradable thermoplastic made from renewable sources. The ability of PLA to be a strong active packaging material in various areas requiring antimicrobial and antioxidant characteristics is discussed. Because of this, the application of nanomaterials in combination with PLA structures to create new PLA nanocomposites with even greater capabilities is also covered. This approach can modify the drawbacks of PLA for some food packaging applications. The linkage of 100% bio-original materials and nanomaterials opens a new window to become independent, especially, of petrochemical-based polymers and, secondly, to address environmental and health problems that will undoubtedly grow over time. Modification with the addition of bentonite in PLA will form a nanocomposite. Nanocomposites are materials that are composed of two or more constituent components, where one or more components have a very small size, namely nanometers (1-100 nm). The nanocomposite bentonite is formed by dispersing the layered nanobentonite material on a polymer matrix. Nanobentonite has a very large surface area so that it can interact effectively with the polymer matrix at low concentrations (5-8%). Consequently, the nanobentonite polymers showed an increase in modulus, thermal stability and barrier properties without increasing specific gravity and loss of optical properties. Here too, PLA will be modified with chitosan, the interaction between polylactid acid (PLA) and chitosan provides protection against contamination and spoilage by microbes that cause food to spoil and spoil easily. In food packaging, antimicrobials have an effect on the properties of preventing materials from being exposed to bacteria, thus increasing the shelf life and quality of the product.

Key word: PLA, Chitosan, Bentonite, Nanocomposite

PENDAHULUAN

1.1 Landasan Teori

Industri pengemasan adalah sektor ekonomi yang penting serta berurusan dengan bahan plastik dalam jumlah besar. Namun karena dampak negatif dari limbah plastik terhadap lingkungan, polimer yang dapat terurai secara hayati baru-baru ini menarik minat yang besar bagi komunitas ilmiah. Eksistensi limbah disekitar kita dianggap sebagai gangguan terhadap lingkungan oleh masyarakat. Di sisi lain, konsumsi besar plastik berbasis minyak bumi telah menimbulkan dampak lingkungan yang serius karena plastik tidak dapat terurai secara hayati.

Menjelajahi plastik berbasis biodegradable untuk aplikasi pengemasan dianggap sebagai metode yang menjanjikan untuk memecahkan masalah lingkungan saat ini yang disebabkan oleh pembuangan plastik yang tidak dapat terurai.

PLA tergolong salah satu poliester alifatik yang dapat digunakan sebagai pembawa obat karena sifat biokompatible dan biodegradable yang dimilikinya. PLA dapat mengalami penguraian dengan unit monomer asam laktat sebagai intermediet alam di dalam metabolisme karbohidrat (Suryani., Rihayat, T., dkk 2016). Poly Lactic Acid (PLA) merupakan salah satu polimer berbasis biodegradable,

kompatibel dan kemampuan proses termoplastiknya. PLA memiliki biodegradasi yang tinggi sehingga tergolong sebagai polimer yang ramah lingkungan. Namun biopolimer ini juga memiliki kelemahan salah satunya yaitu titik lelehnya yang rendah sehingga ketahanan panasnya tidak begitu baik. Oleh karena itu untuk mengatasinya, PLA dapat ditingkatkan sifat-sifatnya dengan penambahan bahan filler berukuran nano membentuk komposit. Filler yang digunakan berupa bentonit yang bertujuan untuk memperbaiki dan meningkatkan sifat bahan polimer agar lebih stabil, kuat secara mekanik dan kimia serta lebih tahan terhadap panas. Disini PLA juga akan dimodifikasi dengan kitosan sebagai pengujian anti-bakteri. Oleh karena itu penelitian ini menciptakan terobosan sebagai material biodegradable aktif packaging bersumber bahan alami dan terbaharui dari pati tumbuhan membentuk PLA/Bentonit/Kitosan yang diharapkan memiliki sifat unggul dan menyerupai material biodegradable aktif packaging pada umumnya. Pada komposit PLA-Bentonit dan PLA-Kitosan sebagai material komposit yang kuat dan tahan terhadap panas dan mempelajari pengaruh penambahan kitosan dan bentonit nanokomposit pada polimer PLA.

Bentonit mempunyai plastisitas tinggi yang dihasilkan dari dekomposisi abu vulkanis. Penggunaan bentonit untuk keperluan industri terutama berdasarkan sifat fisiknya, seperti kapasitas pertukaran ion atau kation, daya serap, luas permukaan, reologi sifat mengikat dan melapis serta plastisitas. Tidak hanya terpaku untuk mencari bahan baku alternatif alami saja tetapi produk plastik harus didukung oleh kelebihan-kelebihan khusus. Dengan keutamaan bentonit, diharapkan dengan menembarkannya pada biopolimer PLA dapat meningkatkan sifat-sifat polimer untuk aplikasi kemasan makanan (*packaging*) terutama sifat thermal material (A.M. Motawie, dkk, 2014).

Poly lactic Acid (PLA) adalah poliester semikristalin yang berasal dari sumber terbarukan, seperti pati pisang kapok muda, pati ubi, pati jagung atau gula tebu dan sifat-sifat thermo - sifat mekanik sebanding dengan plastik berbasis minyak bumi seperti poli (ethylene terephthalate). Peningkatan kualitas biopolimer sifat termal PLA setelah penambahan nanopartikel seperti nanotube karbon, titanium dioksida, silika dan bentonit. Bentonit nanokomposit dengan matrik PLA atau poli (asam L-laktat) (PLLA) merupakan material nanokomposit yang paling banyak diteliti karena bersifat *biodegradable* dan bentonit nanopartikel dapat memfasilitasi secara signifikan peningkatan sifat termal dan sifat mekanik. Efek bentonit pada perilaku termal dari PLA / bentonit nanokomposit tergantung pada sifat dari bentonit dan interaksinya dengan matriks dan teknik pengolahan yang digunakan untuk mempersiapkan nanokomposit (Prashanth Badrinarayanan, dkk, 2014).

Nanocomposites saat ini merupakan bidang penelitian material yang menarik, disebabkan material ini mampu meningkatkan sifat-sifat secara substansial, seperti sifat termal, mekanik dan sifat fisik (Lemiye A. Savas, dkk, 2015). Nanocomposites yang menggunakan silikat berlapis menghasilkan interkalasi dengan cara melakukan disperse silikat (filler) ke dalam matriks polimer dan bionanokomposit khusus menggunakan polimer yang berasal dari sumber daya terbarukan dan biodegradable. Terjadi peningkatan minat yang tinggi pada kedua bidang ini berdasarkan pada kecenderungan untuk menghindari penggunaan bahan-bahan yang berasal dari bahan fosil dengan bahan ramah lingkungan. Biokompatibilitas dan biodegradasi adalah sifat yang ingin dicapai pada material bionanokomposit dan menggabungkan kedua material (matrix dan filler) untuk peningkatan sifat mekanik, sifat penghalang termal dan gas yang terkait dalam kondisi nanokomposit

(Tales S. Daitx,dkk,2015). Sebagai polimer *biodegradable* dan biokompatibel, PLA merupakan *biopolymer* kompos *biodegradable* berdasarkan sumber daya terbarukan dan telah menunjukkan sifat teknis yang menarik, termasuk yang diperlukan dalam aplikasi packaging. Termoplastik ini memiliki sifat teknis yang sebanding dengan polimer berbasis minyak bumi konvensional, tetapi dirancang berdasarkan kriteria keberlanjutan. Memasukan bentonit kedalam PLA dapat mencapai ketahanan yang dibutuhkan dan meningkatkan sifat termal, mekanik, dan penghalang (A.B. Gomez-Gamez,dkk,2020)

Peningkatan standar kualitas material packaging maka penambahan bahan pencegah terjadinya migrasi pada permukaan material adalah suatu hal yang tidak dapat dihindari. Kitosan adalah polisakarida yang diperoleh dengan deasetilasi kitin dan memiliki banyak aplikasi karena bersifat menghalangi oksigen dengan sangat baik, bersifat antimikroba, biodegradasi, biokompatibilitas dan non-toksitas. Salah satu sifat penting dari kitosan adalah kemampuan untuk berinteraksi dengan sel-sel dan lisozim seluler yang mampu mendegradasi mikroba secara *in vivo*. Untuk meningkatkan kemampuan dari poli asam laktat, yaitu dengan menambah pengisi, seperti bentonit, kitosan, talc, kaolin dan lain sebagainya. Namun pada penelitian tentang penambahan bentonit dan kitosan sebagai pengisi (*filler*) dengan poli asam laktat (PLA) sebagai matriknya. Saat ini kebutuhan untuk menghasilkan bahan yang ramah lingkungan, anti mikroba dan tahan terhadap panas menjadi suatu keharusan, terutama untuk aplikasi bahan pengemas. Untuk itu penelitian ini menarik untuk dilakukan mengingat semua material yang digunakan berasal dari bahan alami. Selanjutnya untuk peningkatan ikat silang (*cross linking*) dari material ini juga menjadi fokus utama, sehingga menghasilkan suatu material yang sama

ataupun lebih baik secara mekanik jika dibandingkan dengan material yang berasal dari sumber fosil.

1.2 Asam Laktat (*Lactid Acid*)

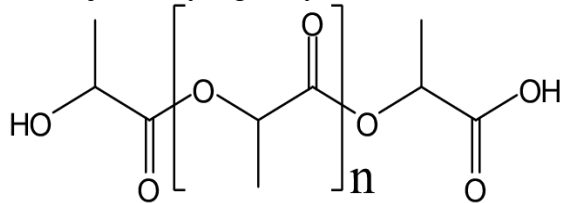
Asam laktat (IUPAC: 2-hydroxypropanoic acid) yang biasa disebut sebagai asam susu adalah salah satu bahan kimia yang berperan penting dalam industri biokimia. Asam laktat pertama kali berhasil diisolasi oleh ahli kimia Swedia, Carl Wilhelm Scheele pada tahun 1780. Asam laktat mempunyai rumus kimia $C_3H_6O_3$, termasuk keluarga asam hidroksi propionat dengan rumus molekul $CH_3CHOHCOOH$. Asam laktat adalah cairan pekat tak berwarna, tak berbau, larut di dalam air dan berbagai perbandingan, alkohol dan eter tetapi tidak larut dalam kloroform. Senyawa ini termasuk asam lemah dengan daya penguapan yang rendah (Kristian,dkk, 2010). Asam laktat dalam larutan akan kehilangan satu proton dari gugus asam dan menghasilkan ion laktat $CH_3CH(OH)COO^-$. Asam laktat mempunyai sifat yang larut didalam air dan pelarut organik polar, tetapi tidak larut dalam pelarut organik lainnya. Pada struktur kimianya, asam laktat merupakan salah satu model molekul terkecil yang memiliki sifat optis aktif.

Asam laktat dapat diproduksi melalui dua cara yaitu secara sintetik (kimiaawi) dan melalui fermentasi. Teknologi fermentasi lebih banyak digunakan untuk produksi asam laktat, dengan memanfaatkan berbagai macam sumber karbohidrat. Tahapan proses utama produksi asam laktat secara fermentasi terdiri dari persiapan media dan pembuatan inokulum, fermentasi dan pemurnian. Tahap persiapan dimulai dengan hidrolisis polisakarida menjadi gula sederhana yang menjadi sumber karbon bagi fermentasi mikroba untuk menghasilkan asam laktat. Tahap selanjutnya adalah pemurnian asam laktat dari medium fermentasi seperti glukosa, protein, mineral dan sel. Proses pemurnian atau pemisahan asam laktat dengan zat

lainnya dapat menggunakan metode konvensional yaitu dengan menambahkan kalsium karbonat yang menghasilkan endapan kalsium laktat atau dengan menggunakan membran serta pemekatan dengan evaporator vakum.

1.3 Poli Asam Laktat (*Poly Lactid Acid*)

Poli asam laktat (*poly lactic acid*) PLA dengan rumus kimia $(\text{CH}_3\text{CHOHCOOH})_n$ merupakan suatu polimer *biodegradable* yang diperoleh dari gabungan monomer asam laktat. PLA ditemukan pada tahun 1932 oleh Carothers yang memproduksi PLA dengan berat molekul rendah dengan memanaskan asam laktat pada kondisi vakum. PLA termasuk kedalam golongan polimer plastik yang dapat teruraikan didalam tanah dalam jangka waktu yang singkat. Polimer ini merupakan bahan serbaguna yang 100% dibuat dari bahan baku alami yang seperti jagung, pisang, ubi, gandum, kentang dan bahan-bahan lainnya yang memiliki pati dalam jumlah yang banyak.



Gambar 2.1 Rumus Struktur Poli Asam Laktat

Plastik PLA memiliki kelebihan diantaranya plastic konvensional lainnya seperti, diproduksi dari sumber terbarukan bukan dari minyak bumi dan mempunyai sifat dapat terdegradasi secara alami. Plastik PLA juga memiliki kekurangan yaitu, mempunyai polaritas lebih tinggi sehingga sulit direkatkan dengan PE dan PP yang non polar dari sistem film multi tipis.

Plastik sintetik tidak mengalami biodegradasi sehingga masih terdapat residu yang menyebabkan pencemaran tanah. Plastik dari bahan PLA mudah terdegradasi secara biologi. PLA dapat mengalami penguraian dengan unit monomer asam laktat sebagai intermedit

alam di dalam metabolisme karbohidrat. *Poly Lactic acid* juga memiliki sifat-sifat yang mendukung untuk dijadikan kemasan baik pangan maupun non pangan karena memiliki sifat pembatas (barrier) yang baik terutama untuk kelembaban dan uap air. Selain itu jika digunakan khususnya sebagai kemasan pangan asam laktat (PLA) masuk kedalam golongan GRAS (Generally Recognize As Safe), sehingga aman dari migrasi bahan-bahan berbahaya dari kemasan.



Gambar 2.2 *Poly Lactid Acid*

Menurut Kristian,dkk, (2010), kelebihan PLA dibandingkan dengan polimer yang terbuat dari minyak bumi adalah:

1. *Biodegradable*, artinya PLA dapat diuraikan secara alami di lingkungan oleh mikroorganisme.
2. *Biocompatible*, dimana pada kondisi normal, jenis plastik ini dapat diterima oleh sel atau jaringan biologi.
3. Dihasilkan dari bahan yang dapat diperbaharui (pati tumbuhan) dan bukan dari minyak bumi.
4. 100% *recyclable*, melalui hidrolisis asam laktat dapat diperoleh dan digunakan kembali untuk aplikasi yang berbeda atau bisa digabungkan untuk menghasilkan produk lain.
5. Tidak menggunakan pelarut organik/bersifat racun dalam memproduksi PLA.
6. Dapat dibakar sempurna dan menghasilkan gas CO_2 dan air.

Tabel 2.1 Sifat Fisika dan Kimia *Poly Lactid Acid*

Sifat	Ukuran Sifat
Bentuk Fisik	Pellet, Putih, Keras
Berat molekul	66.000 gr/mol

Density	1,2515 gr/cm ³
Transisi Glass	55-65°C
Suhu leleh	150 – 180°C
Suhu Degradasi	250°C
Cp (100°C)	1955 J/Kg °C
Konduktivitas Termal (190 °C)	0,195 W/m °C

(Sumber : *Nature Work*, LLC Data Sheet)

Proses dalam sintesa poli asam laktat menggunakan Metode *Ring Opening Polymerization (ROP)*. Metode yang umum dipakai untuk menghasilkan PLA adalah melalui reaksi pembukaan cincin (ROP) laktida. ROP berlangsung dengan menggunakan katalis dalam bentuk ion logam seperti zink oksida. Dibandingkan dengan metode lainnya, metode ROP merupakan metode yang sangat kompleks dan menghasilkan PLA dengan ciri yang baik untuk berbagai aplikasi seperti pengemasan. Metode polimerisasi pembukaan cincin yang menghasilkan PLA dengan berat molekul 2×10^4 hingga 6.8×10^5 ini telah dipatenkan oleh Cargill (Amerika Serikat) pada tahun 1992. (Suryani,dkk, 2015)

Penggunaan pati sebagai polimer alam memiliki keterbatasan, diantaranya adalah sifat mekaniknya yang kurang baik, serta kemampuannya untuk menyerap air. Selain itu polimer dari jenis ini memiliki titik leleh yang lebih rendah dibanding polimer lain. Untuk mengatasi hal tersebut, maka penelitian-penelitian untuk memperbaiki sifat-sifat ini pun telah dilakukan. Penelitian yang berkembang salah satunya adalah membuat komposit dengan menggunakan polimer yang berasal dari pati dan menambahkan nanopartikel.

1.4 Bentonit

Bentonit merupakan sumber daya mineral yang melimpah terdapat di Indonesia. Nama bentonit sebenarnya merupakan nama suatu jenis lempung yang terdiri dari *montmorillonite*. Di Inggris nama bentonit hanya dipakai pada jenis lempung yang terdiri dari mineral *montmorillonite*-

Natrium dan disebut dengan lempung pembersih/*filler's eart*.

Struktur bentonit terdiri dari dua lapisan (tiga layer) yang tersusun dari dua layer silika tetrahedral dan satu sentral oktahedral. lapisan tetrahedral mengandung atom silikon/silikat dan lapisan octahedral yang terbuat dari aluminium atau magnesium hidroksida. Umumnya lapisan ini memiliki ketebalan sekitar 1-100 nm. Diantara lapisan oktahedral dan tetrahedral terdapat kation *monovalent* maupun *bivalent*, seperti Na⁺, Ca⁺ dan Mg²⁺.

Tabel 2.2 Sifat Fisika dan Kimia Bentonit (Al₂O₃. 4SiO₂xH₂O)

Sifat	Ukuran sifat
Titik didih	2760 °C
Spesifik Grafiti	2,5
Kelarutan dalam air	Sukar larut
PH	8,0 – 8,5
Berat molekul	180,06 g/mol
Bentuk	Powder Atau Granular

Berdasarkan beberapa referensi ternama, salah satu *filler* lain yang marak diteliti yang diyakinkan unggul adalah Bentonit. Bentonit menjadi bahan yang mendapat perhatian besar berdasarkan kemampuannya menyebar antar lapisan secara luas dan kemampuannya untuk mengembang. Oleh karena sifat tersebut maka bentonit dapat diolah menjadi suatu komposit dengan polimer. Secara mineralogi bentonit didefinisikan sebagai lempung yang terdiri dari 85% montmorillonite yang mempunyai rumus kimia (Al₂O₃.4SiO₂xH₂O).



Gambar 2.3 Bentonit Alam

PLA dapat ditingkatkan sifat-sifatnya dengan penambahan bahan pengisi (*filler*) berukuran nano membentuk nanokomposit. Ada banyak jenis material yang digunakan sebagai filler, namun bentonit memiliki catatan panjang sebagai bahan anorganik yang paling banyak ditambahkan sebagai pengisi ke dalam polimer sebagai matrik. Tujuan dari penambahan *filler* adalah 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.

1.5 Kitosan

Kitosan adalah polisakarida kationik yang tidak beracun, dapat terurai secara hayati, dan biokompatibel. Diproduksi oleh deasetilasi parsial kitin, diisolasi dari cangkang yang terjadi secara alami. Kitosan adalah senyawa kimia yang berasal dari bahan hayati kitin, suatu senyawa organik yang melimpah di alam setelah selulosa. Kitin ini umumnya diperoleh dari kerangka hewan invertebrata dari kelompok *Arthropoda sp*, *Molusca sp*, *Coelenterata sp*, *Annelida sp*, *Nematoda sp*, dan beberapa dari kelompok jamur. Sebagai sumber utamanya ialah cangkang *Crustaceae sp*, yaitu udang, lobster, kepiting, dan hewan yang bercangkang lainnya dengan kandungan kitin antara 65-70 persen (Suneeta, 2017).

Kitosan merupakan bahan kimia multiguna berbentuk serat, berwarna putih atau kuning, tidak berbau. Kitosan merupakan produk deasetilasi kitin melalui proses kimia menggunakan basa natrium hidroksida atau proses enzimatik menggunakan enzim *chitin deacetylase*. Serat ini bersifat tidak dicerna dan tidak diserap tubuh. Sifat menonjol kitosan adalah kemampuan mengabsorpsi lemak hingga 4-5 kali beratnya (Lili, 2017).

Campuran kitosan dengan berbagai polimer untuk meningkatkan sifat biobased atau untuk peningkatan efek antimikroba kitosan. Dalam rangka meningkatkan sifat biobased material, dan sebaiknya juga mampu meningkatkan sifat mekanik material, adhesi antar muka yang baik antara kitosan dan matriks polimer yang juga sangat dibutuhkan.

Kitosan, termasuk dalam kelompok kationik, telah terbukti memiliki sifat antimikroba terhadap bakteri, ragi, jamur dan fungi. Oleh karena itu, kitosan dapat menawarkan perlindungan terhadap kontaminasi dan pembusukan oleh mikroba. Film yang baik akan dapat membentuk material lapisan membran atau material semi permeabel yang secara minimal dapat di absorp oleh gas. Sebagai contoh adalah film-film saat ini yang memiliki permeabilitas oksigen yang rendah. Selain itu, kitosan memiliki sifat yang unik seperti biodegradasi, biokompatibilitas, anti racun dan yang terpenting adalah berasal dari bahan baku terbarukan. Terakhir, kitosan berharga murah dan tersedia secara komersial (J.P. Mofokeng,dkk, 2015)

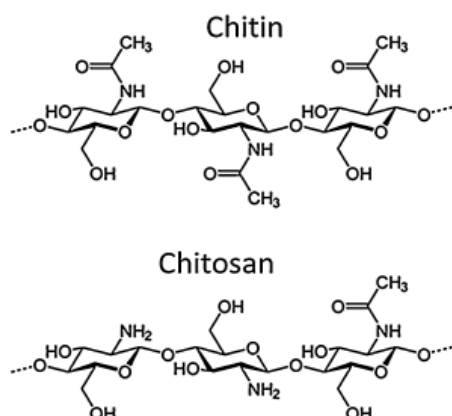


Fig. 1. Structure of chitin and chitosan.

Gambar 2.5 Kitin

Dalam proses sintesa kitosan, penambahan alkali dilakukan untuk deasetilasi kitin. Beberapa faktor dapat menjadi berbeda, seperti konsentrasi alkali, waktu inkubasi, rasio kitin, suhu, tekanan, sumber bahan baku kitin (termasuk didalamnya tipe polymorph), ukuran partikel, N-deasetilasi heterogen / homogen dan penggunaan prosedur proses tunggal atau ganda yang berpengaruh terhadap alkaline N-deasetilasi kitosan sehingga mempengaruhi sifat-sifat kitosan. Film kitosan sendiri dapat dibagi dua, yaitu sebagai edible film atau sebagai pelapis (coatings) (<30 μ m), dapat diaplikasi langsung pada makanan dalam meningkatkan keamanan dan ketahanan produk makanan, film dengan ukuran (<30 μ m) atau film berbahan campuran. Film kitosan murni dapat diperoleh hanya melalui sintesa pelarut dengan larutan asam.

1.6 Packaging biodegradable

Kemasan merupakan hal yang sangat penting dalam melindungi produk dari kerusakan. Ada lima syarat yang dibutuhkan kemasan yaitu penampilan, perlindungan, fungsi, bahan dan biaya serta penanganan limbah kemasan. Dari beberapa jenis bahan pembuatan kemasan, plastik merupakan jenis yang paling banyak digunakan. Hal ini karena keunggulan dari sifat mekanik yang kuat, barrier yang baik terhadap air maupun udara, harganya

murah, ringan dibandingkan bahan lain, berbentuk lembaran sehingga dapat dibuat kantong dan kemudahan dalam proses serta aplikasinya. Plastik juga memiliki beberapa kelemahan yaitu tidak tahan panas, dapat mencemari produk (migrasi komponen monomer) sehingga mengandung resiko keamanan dan kesehatan konsumen serta menimbulkan penumpukan sampah yang mengakibatkan lingkungan tercemar dan ekosistem tanah terganggu.

Penggunaan kemasan ramah lingkungan untuk produk makanan dan minuman telah dimulai oleh masyarakat internasional. Selain menghindari permasalahan akan bahaya limbah yang berasal dari sampah plastik, produksi plastik biodegradable ini oleh perbisnisan Indonesia dijadikan sebagai sebuah kebutuhan dan trend baru agar produk mereka tidak tersisih dari persaingan pasar global. Kemasan plastik biodegradable dibuat menggunakan polimer alami yang disebut *Polylactic Acid* (PLA) yang bersumber dari bahan alam yaitu pati.

1.7 PLA / Kitosan / Bentonit Nanokomposit

Dalam membuat plastik yang ramah lingkungan tidak hanya berfokus pada sifat *biodegradable*-nya saja. Salah satu filler yang banyak direkomendasikan adalah bentonit. Sebagai pengemas dan produk yang higienis, peningkatan sifat-sifat tersebut dengan penambahan filler harus memenuhi syarat-syarat berikut, seperti filler harus mudah bercampur (*miscible*) dengan PLA sehingga menciptakan campuran yang homogen; filler juga tidak boleh terlalu volatile karena itu akan mengakibatkan penguapan yang terjadi saat suhu dinaikkan (*elevated temperature*) ketika proses berlangsung; serta filler tidak boleh mudah termigrasi karena hal ini akan menyebabkan kontaminasi bahan saat kontak dengan PLA komposit.

Modifikasi dengan penambahan bentonit dalam PLA akan membentuk

nanokomposit. Nanokomposit adalah material yang tersusun atas dua atau lebih komponen penyusun, dimana salah satu atau lebih komponen memiliki ukuran yang sangat kecil, yaitu nanometer (1-100 nm). Secara umum polimer nanokomposit terbentuk dengan mendispersikan nanopartikel organik atau anorganik pada matriks polimer. Nanopartikel dapat berupa material tiga dimensi berbentuk sferis atau polihedral seperti silika. Bentonit telah banyak digunakan sebagai bahan pengisi polimer dan menunjukkan hasil peningkatan sifat-sifat komposit secara signifikan. Material baru yang dihasilkan akan memperlihatkan perubahan komposisi dan struktur tingkat nanometer, sehingga komposit ini dapat dikategorikan sebagai nanokomposit yang memiliki sifat-sifat unggul seperti keadaan mekanis, suhu, sifat optis dan keadaan fisik-kimia (Najafi dkk, 2012).

Polimer-bentonit nanokomposit terbentuk dengan mendispersikan material nanobentonit berlapis pada matriks polimer. Nanobentonit memiliki luas permukaan yang sangat besar sehingga dapat berinteraksi secara efektif dengan matriks polimer pada konsentrasi rendah (5-8%). Akibatnya, polimer nanobentonit menunjukkan peningkatan pada modulus, stabilitas termal dan sifat barrier tanpa peningkatan berat jenis dan kehilangan sifat optik. Pencampuran mineral bentonit atau bentonit dengan polimer dapat membentuk tiga jenis nanostruktur komposit tergantung pada kondisi reaksi. Pertama adalah struktur terinterkalasi dimana monolayer rantai polimer terinterkalasi dalam bentonit membentuk struktur multilayer bentonit-polimer. Kedua adalah struktur tereksfoliasi dimana lapisan bentonit terdispersi seragam dalam matriks polimer. Ketiga adalah struktur klaster dimana terjadi eksfoliasi parsial.

Ada beberapa proses untuk membentuk nanokomposit bentonit-polimer, yaitu polimerisasi in situ, eksfoliasi larutan dan interkalasi lelehan. Pada polimerisasi in situ, monomer

diinterkalasikan ke dalam galeri bentonit kemudian dipolimerisasi menggunakan panas, radiasi, inisiator atau katalis. Pada eksfoliasi larutan, bentonit dieksfoliasi menjadi platelet tunggal menggunakan pelarut yang juga dapat melarutkan polimer. Polimer kemudian dicampur ke dalam suspensi bentonit dan teradsorpsi pada platelet. Pelarut tersebut kemudian dievaporasi. Pada interkalasi lelehan, bentonit dicampur secara langsung ke dalam matriks polimer dalam keadaan meleleh.

Disini juga PLA akan di modifikasi dengan kitosan, interaksi antara polylactid acid (PLA) dengan kitosan memberikan perlindungan terhadap kontaminasi dan pembusukan oleh mikroba penyebab makanan mudah basi dan rusak. Dalam kemasan makanan, antimikroba berpengaruh terhadap sifat menghalangi bahan terkena bakteri, sehingga dapat meningkatkan kadaluarsa dan kualitas produk. Setiap pengaplikasian dan produk hasil harus diuji untuk memenuhi standar. Karakteristik uji produk akhir yang dihasilkan meliputi uji ketahanan termal, uji kuat tarik (tensile strength) dan elastisitas (*elastic/ young modulus*), uji sifat *biodegradable* serta uji antimikroba

SIMPULAN

PLA digunakan untuk banyak aplikasi yang berbeda, dari kemasan hingga produk pertanian dan industri farmasi. Tujuan umum dari tinjauan ini adalah untuk memperkenalkan asam poli-laktat (PLA), termoplastik yang dapat kompos dan dapat terurai terbuat dari sumber yang terbarukan. Kemampuan PLA untuk menjadi aktif yang kuat bahan kemasan di berbagai daerah yang membutuhkan karakteristik antimikroba dan antioksidan dibahas. Modifikasi dengan penambahan bentonit dalam PLA akan membentuk nanokomposit. Nanokomposit adalah material yang tersusun atas dua atau lebih komponen penyusun, dimana salah satu

atau lebih komponen memiliki ukuran yang sangat kecil, yaitu nanometer (1-100 nm). Polimer-bentonit nanokomposit terbentuk dengan mendispersikan material nanobentonit berlapis pada matriks polimer. Nanobentonit memiliki luas permukaan yang sangat besar sehingga dapat berinteraksi secara efektif dengan matriks polimer pada konsentrasi rendah (5-8%). Bentonit yang telah dimurnikan didispersikan kedalam PLA yang dihasilkan dari proses sintesa *Poli lactic acid* dengan menggunakan alat melt blending. Di dalam prosedur ini sejumlah bentonit dicampurkan didalam PLA sebanyak 7%, 6%, 5%, 3%, dan 2% berat (% wt.). Sedangkan kitosan dicampurkan didalam PLA sebanyak 3%, 5%, 8%, 11%, 13% berat (% wt.). Disini juga PLA akan di modifikasi dengan kitosan, interaksi antara polylactid acid (PLA) dengan kitosan memberikan perlindungan terhadap kontaminasi dan pembusukan oleh mikrobia penyebab makanan mudah basi dan rusak. Dalam kemasan makanan, antimikroba berpengaruh terhadap sifat menghalangi bahan terkena bakteri, sehingga dapat meningkatkan kadaluarsa dan kualitas produk.

DAFTAR PUSTAKA

- A.B. Gomez-Game, A. Yebra-Rodriguez, A. Peñas-Sanjuan, B. Soriano-Cuadrado, J. Jimenez-Millan. 2020. Influence of clay percentage on the technical properties of montmorillonite/polylactic acid nanocomposites. Vol. 198. Hal: 2-3
- A.M. Motawie, M. Madani, E.A. Esmail, A.Z. Dacorry, H.M. Othman, M.M. Badr, D.E. Abulyazied., 2014. "Electrophysical characteristics of polyurethane /organobentonite nanocomposites." Egyptian Journal of Petroleum, 23, 379–387.
- J.P. Mofokeng, A.S. Luyt. , 2015. Morphology and thermal degradation studies of meltmixedpoly(lactic acid) (PLA)/poly(e-caprolactone) (PCL) biodegradable polymer blend nanocomposites with TiO₂ as filler. *Polymer Testing*, 45 , 93-100.
- Kristian, Rieko. 2010. *PolyLactic Acid (PLA) Produksi Aplikasi dan Prospek Pengembangannya di Indonesia*.
<http://rieko.wordpress.com/2010/01/22/poly-lactid-acid-pla-produksi-aplikasi-dan-prospek-pengembangannya-di-indonesia/>.
Diakses pada 20 November 2016.
- Lemiye A. Savas, Mehmet Hancer. 2015. "Montmorillonite reinforced polymer nanocomposite antibacterial film." *Applied Bentonit Science* , 108 , 40-44.
- Lili, R., Xioxia, Y., Jiang, Z., Jin, T., Xingguang, S. 2017. Influence of Chitosan Concentration on Mechanical and Barrier Properties of Corn Starch/Chitosan Film. *International Journal of Biological Macromolecules*. Vol. 105. Hal: 163.
- Mohamed Amine Laadila, Krishnamoorthy Hegde, Tarek Rouissi, Satinder Kaur Brar, Rosa Galvez , Luca Sorelli, Ridha Ben Cheikh, Maria Paiva, Kofi Abokitse, 2017, Green synthesis of novel biocomposites from treated cellulosic fibers and recycled bio-plastic polylactic acid, *Journal of Cleaner Production*, 164, 575-586.
- Mufaro Moyo, Krishnan Kanny, T.P. Mohan. 2020. Thermo-mechanical response of kenaf/PLA biocomposites to clay nanoparticles infusion. Hal: 2-3.
- Najafi, N., Heuzey, M.C., Carreau, P.J. 2012. Poly lactide (Pla)-Clay Nanocomposites Prepared By Melt Compounding In The Presence Of A Chain Extender. *Composites Science and Technology*, 72, hal. 608-615.
- P.E. Fathima, Satyen Kumar Panda, P. Muhammed Ashraf, T.O.

- Varghese, J. Bindu. (2018). Polylactic acid/chitosan films for packaging of Indian white prawn (*Fenneropenaeus indicus*). Vol. 18. Hal: 2-3.
- Prashanth Badrinarayanan, Frank K. Ko, Chunhong Wang, Brian A. Richard, Michael R. Kessler. , 2014. "Investigation of the effect of bentonit nanoparticles on the thermal behavior of PLA using a heat flux rapid scanning rate calorimeter." *Polymer Testing* , 35, 1–9.
- Prepared By Melt Compounding In The Presence Of A Chain Extender. *Composites Science and Technology*, 72, hal. 608-615.
- Rola Mansa, Chih-Te Huang, Ana Quintela, Fernando Rocha, Christian Detellier. , 2015. "Preparation and characterization of novel bentonit/PLA nanocomposites." *Applied Bentonit Science* , 115 , 87-96.
- Suneeta, K., Sri, H,K,A., Sahoo, A., Pradip, K, R. 2017. Physicochemical Properties and Characterization of Chitosan Synthesized from Fish Scale, Crab and Shrimp Shell. *International Journal of Biological Macromolecules*. Vol. 104. Hal: 1697-1705.
- Suryani., Agusnar, H., Wirjosentono, B., Rihayat, T., Nugroho, A R. 2016. Sintesis dan Karakterisasi Poly Asam Laktat Bebas Bahan Alam Menggunakan Katalis Tmah (II) Oktoat. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2016*, hal 16-20.
- Suryani., Agusnar, H., Wirjosentono, B., Rihayat, T., Nugroho, AR. 2015. Sintesa dan Karakterisasi Poly Asam Laktat berbasis Bahan Alam menggunakan Kalatis Timah (II) Oktoat.
- Tales S. Daitx, Larissa N. Carli, Janaina S. Crespo, Raquel S. Mauler. , 2015. "Effects of the organic modification of different bentonit minerals and their application in biodegradable polymer nanocomposites of PHBV." *Applied Bentonit Science* , 115 , 157-164.