
POTENSI DAN TANTANGAN PEMANFAATAN *BIOBASED NANOCOMPOSITE* SEBAGAI BAHAN PENGEMAS MAKANAN

Indah Riwayati

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNWAHAS

Jl. Menoreh tengah x/22 sampangan, Semarang

e-mail: riway79@yahoo.com

Abstrak

Biobased nanocomposite merupakan material yang mempunyai potensi untuk dapat dipergunakan sebagai pengemas yang dapat memperpanjang umur fresh product dengan mengatur respiratory exchange. Biobased nanocomposite merupakan bahan yang terdiri dari biopolymer, nanoclay (filler) dan compatibilizing agent serta bersifat biodegradable. Beberapa kelemahan sifat polimer alam (biobased) seperti kerapuhan, permeabilitas yang tinggi serta viscositas melting yang rendah untuk proses selanjutnya, membatasi penggunaan bahan ini secara luas. Penyisipan partikel nano didalam polimer biobased dapat meningkatkan kekuatan bahan sehingga berpotensi dipergunakan sebagai bahan pengemas disamping sifat yang biodegradable. Berbagai penelitian telah dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis biobased untuk mempelajari karakteristik dari nanocomposite yang dihasilkan. Aplikasi teknologi baru akan membawa tanggung jawab secara etis ataupun legal, hal ini juga yang akan dihadapi oleh biobased nanocomposite. Oleh karena itu diperlukan suatu peraturan yang jelas dan terstandar mengenai manajemen resiko pengaruh penggunaan teknologi ini terhadap kesehatan manusia dan lingkungan disamping itu juga diperlukan penelitian yang komprehensif mengenai sikap penerimaan masyarakat terhadap penggunaan bahan ini.

Kata kunci: *biobased, nanocomposite, pengemas, makanan*

PENDAHULUAN

Biobased nanocomposite merupakan bahan jenis baru dalam industri pengemasan makanan dengan sifat-sifat mekanik dan barrier yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan biopolimer murninya. Bahan ini bersifat biodegradable dan diproduksi dari sumber yang dapat diperbaharui, sehingga bersifat ramah lingkungan.

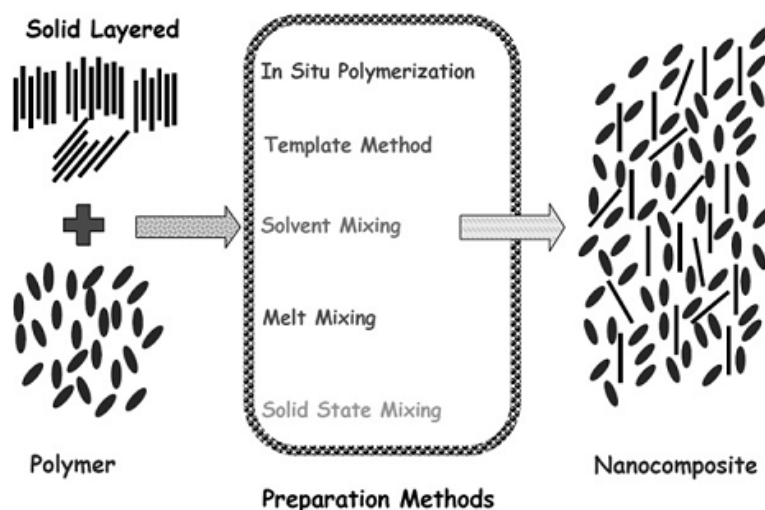
Biobased nanocomposite sebagai packaging bahan makanan dapat digunakan untuk memperpanjang umur (*shelf-life*) dari *fresh product* seperti buah-buahan dan sayuran dengan cara mengatur *respiratory exchange*. Bahan ini juga dapat meningkatkan kualitas bahan daging, seafood baik yang segar, beku ataupun olahan dengan cara memperlambat kehilangan moisture, mengurangi oksidasi lemak dan *discoloration* dan memperbaiki penampilan produk (Akbari dkk., 2007; Robinson dan Eskin, 2001). Salah satu faktor yang paling berhubungan erat dengan shelf life stability dari suatu produk makanan adalah proses perpindahan massa yang muncul sebagai akibat dari pertukaran uap air antara makanan dengan udara sekitar (Robinson dan Eskin, 2001).

Biobased nanocomposite merupakan bahan yang terdiri dari biopolymer, nanoclay dan compatibilizing agent. Komponen utama adalah biopolymer. Biopolimer mempunyai potensi komersial untuk digunakan sebagai bioplastic dan edible film, tetapi beberapa sifat-sifat dari bahan ini seperti kerapuhan, permeabilitas yang tinggi serta viscositas melting yang rendah untuk proses selanjutnya, membatasi penggunaan bahan ini secara luas (Sinha dan Bousmina, 2005). Bahan pengemas biodegradable menggunakan biopolimer atau polimer yang berasal dari alam seperti polisakarida, lemak dan protein. Namun bahan alami ini mempunyai banyak kelemahan dalam hal sifat-sifat mekaniknya sehingga membatasi penggunaannya. Oleh karena itu perlu ditingkatkan sifat-sifat tersebut dengan cara memodifikasi polimer tersebut, salah satunya dengan menyisipkan partikel nano di dalam matrik polimer tersebut.

METODE PEMBUATAN BIOBASED NANOCOMPOSITE

Biobased nanocomposite dikonstruksi dengan pendispersian sejenis material filler ke dalam nanopartikel membentuk flat platelet. Beberapa jenis filler yang dipergunakan diantaranya adalah montmorillonite yang dilapisi smectite clay. Platelet ini kemudian didistribusikan ke dalam matrik polimer (biopolimer) membentuk lapisan paralel ganda dan memberikan barrier yang kompleks

untuk gas dan uap air (LeBaron dkk., 1999; Gianelis, 1996; Wolf dkk., 1999). Berbagai metode preparasi dapat dilihat seperti pada Gambar 1.

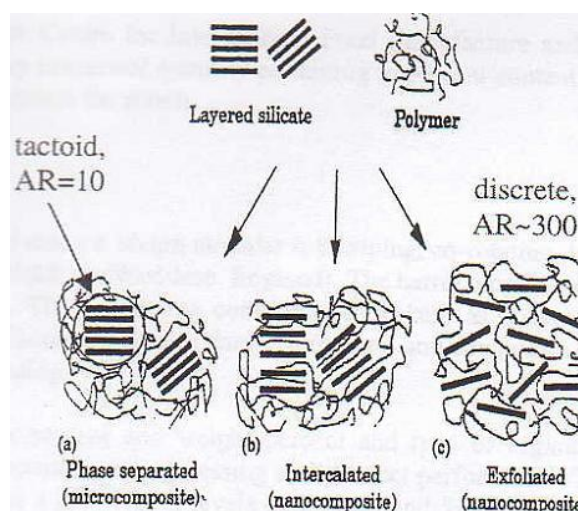


Gambar 1. Metode Preparasi Nanocomposite Polimer (Sorrentino dkk., 2007)

Berdasarkan tingkat dispersi, pendistribusian platelet ke dalam matrik polimer akan mempunyai tiga (kemungkinan) susunan bahan yang dihasilkan yaitu: *non intercalated (microcomposites)*, *intercalated structure* dan *exfoliated* atau *delaminated structure* (Rose, 2002; Ray dkk., 2006). Struktur ketiga jenis susunan dapat dilihat pada Gambar 2.

Beberapa jenis partikel nano inorganik yang dapat dipergunakan untuk meningkatkan karakteristik sifat polimer, tetapi hanya partikel clay yang potensial digunakan pada industri pengemasan. Bukan hanya karena ketersediaannya yang melimpah dan harga murah, tetapi lebih pada peningkatan sifat bahan polimer secara signifikan dan prosesnya yang relatif sederhana (Sorrentino dkk., 2007).

Polimer yang dipergunakan sebagai matrik adalah biopolimer yang mempunyai sifat biodegradabel, sumber yang dapat diperbaharui, relatif murah harganya serta ketersediaan yang melimpah dialam. Tetapi penggunaan biopolimer secara murni mempunyai kelemahan dalam sifat-sifat mekanik dan barriernya. Oleh karena itu jika dilakukan penggabungan biopolimer dengan bahan filler nanopartikel maka diharapkan dapat meningkatkan sifat-sifat mekanik dan barriernya.

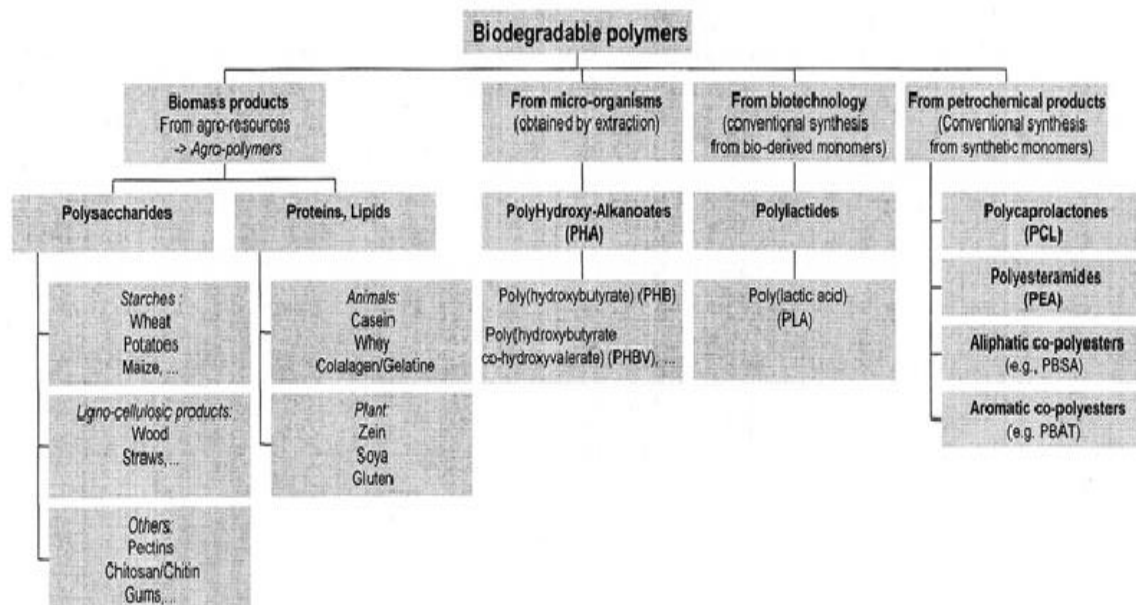


Gambar 2. Tiga Jenis Susunan Hasil Pendistribusian Platelet ke dalam Matrik Polimer (Rose, 2002)

Biopolimer adalah polimer yang dapat diuraikan oleh alam. Menurut standar ASTM D-5488-94d, biodegradabel berarti dapat terdekomposisi menjadi karbondioksida, metana, air,

senyawa anorganik atau biomassa melalui mekanisme enzimatis oleh mikroorganisme yang dapat diukur dengan tes standar, melalui jangka waktu tertentu. Bahan untuk memproduksi polimer ini dapat berasal dari sumber yang dapat diperbaharui (tanaman atau hewan) (2004).

Biodegradabel polimer atau biopolimer dapat diklasifikasikan menurut komposisi kimianya, metode sintesa, metode pemrosesan, kepentingan ekonomi, penggunaan dan sebagainya. Penggolongan polimer biodegradabel dapat dilihat seperti pada Gambar 3.



, 2004)

KARAKTERISTIK *BIOBASED NANOCOMPOSITE*

Sebuah review yang comprehensive dalam penerapan biobased nanokomposit film untuk industri pengemasan makanan adalah sangat penting. Berbagai studi telah banyak dilakukan dan menyatakan bahwa penambahan partikel nano ke dalam polimer biobased akan meningkatkan beberapa sifat bahan seperti kekuatan mekanik bahan (tensile strength dan modulus young), sifat thermal, sifat antibakteri dan *barriers properties* dibandingkan polimer dasarnya.

Starch clay nanocomposite film diperoleh dari mendispersikan secara homogen partikel montmorillonite dalam bahan *starch-based* yang berbeda melalui teknik polymer melt processing. Dengan kenaikan kandungan clay (0- 21%), secara signifikan menaikkan tensil strength dan (15-92 %) dan menurunkan water vapour permeability. Jenis sumber starch (corn, wheat dan potato starch) tidak memberikan pengaruh yang signifikan, tetapi film dari regular corn starch menunjukkan sifat-sifat yang lebih baik dibandingkan high amylopectin ataupun high amylase – based nanocomposite film. Analisa pengaruh kandungan tiga jenis plasticizer (glycerol, urea, formamide) terhadap struktur dan sifat starch clay nanocomposite film menunjukkan bahwa film dengan 5 % glycerol menunjukkan water vapour permeability yang paling rendah dan tensil strength serta transition temperature (Tg) yang paling tinggi. Pengaruh kondisi operasi proses extrusion (screw configuration, barrel temperature profil screw speed dan barrel moisture content) terhadap struktur dan sifat-sifat nanocomposite film juga diinvestigasi dalam penelitian ini. Dari analisa menunjukkan bahwa peningkatan shear intensity akan meningkatkan exfoliation dan disperse dari clay platelets. Kombinasi kandungan moisture (20 %) dan shear screw configuration yang tinggi menunjukkan exfoliation yang hampir lengkap, water vapour permeability yang terendah serta tensile strength yang tertinggi (Avella dkk., 2005; Okada dkk., 2002; Tang, 2008)

Nanocomposite dari bahan trietil citrate (TEC) *plasticized cellulose acetate* (CA) dengan clay yang dimodifikasi secara organic. Dalam prose situ ditambahkan *Maleic anhydride grafted cellulose acetate butyrate* (MA-g-CAB) sebagai compatibilizer. Dilakukan evaluasi pengaruh kandungan compatibilizer terhadap performance nanocomposite. Dari hasil analisa diperoleh bahwa cellulosic plastic –based nanomposite dengan kandungan compatilizer 3 % berat

menunjukkan struktur exfoliated yang lebih baik dari pada yang tidak mengandung compatibilizer atau mengandung 7.5 % berat. Penggunaan compatibilizer ini juga menaikkan tensile strength, modulus elasticity dan kestabilan termal dari bahan (Misra dkk., 2003).

Composite film dari kitosan dan polylactic acid (PLA) melalui solution mixing dan film casting menunjukkan keefektifan permukaan bahan dalam mencegah pertumbuhan mikroorganisme dalam spectrum yang luas bakteri gram positif dan gram negative (Sebastien dkk., 2006). Sementara organo-montmorillonite (OMMT) dengan aktivitas antibakteri dibuat dari Na⁺-Montmorillonite (Na⁺-MMT) dan chlorhexidine acetate (CA) dengan kandungan OMMT kurang dari 0.5 % massa, menunjukkan sifat-sifat mekanik yang baik. Tes aktivitas antimikroba dengan staphylococcus aureus dan Escherichia coli menunjukkan bahwa film dari polimer ini kuat menghambat berbagai jenis mikroorganisme, meliputi bakteri gram positive dan gram negative (Meng dkk., 2009).

Bahan nano-scale biodegradabel biocomposite yang terdiri dari bacterial cellulose (BC) dalam matriks polylactic acid (PLA) dibuat dengan solution exchange process dan compression molding. ABC (diasetilasi) memberikan kenaikan modulus yang paling tinggi. Tensile strength paling tinggi diperoleh dari PLA yang digabung dengan BC (Piao, 2006). Sementara Poly acrylic acid (PAA) digunakan sebagai crosslinking agent untuk memberikan water resisten terhadap PVOH. Hasil analisa menunjukkan film dengan 10 % CNXLs / 10 % PAA / 80 % PVOH memberikan sifat mekanik yang paling tinggi dari semua perlakuan (Tamhane, 2006).

Beberapa kelebihan karakteristik nanocomposite yang menjadikan bahan ini mempunyai potensi sebagai bahan pengemas diantaranya adalah:

- Peningkatan ketahanan bahan sehubungan dengan peningkatan kekuatan
- Sifat-sifat barrier yang lebih baik (untuk pengemas)
- Sifat-sifat optical yang lebih baik sehubungan dengan ukuran nanopartikel yang sangat kecil
- Pemrosesan yang lebih mudah karena viskositas yang lebih rendah
- Sifat-sifat recycle yang baik (Akbari dkk., 2007).

HALANGAN HUKUM, ETIKA DAN KONTROVERSI

Aplikasi Biobased nanocomposite sebagai pengemas makanan berpotensi mempunyai keuntungan lebih, yaitu kualitas makanan lebih baik karena *shelf life* yang terjaga, lebih murah, efisien dan hemat energi serta dapat direcycle. Namun begitu, penerapan sesungguhnya dalam industri diperlukan suatu peraturan langsung yang mengatur dan memberikan pedoman tentang industri yang berbasis nanoteknologi. Untuk saat ini belum ada suatu instansi yang membuat aturan khususnya tentang risiko yang dapat ditimbulkan oleh penggunaan partikel nano terhadap lingkungan dan kesehatan. Walaupun demikian, kemasan makanan dengan komposisi partikel nano didalamnya ternyata telah banyak beredar di pasaran tanpa tercantum dilabelnya (Sorrentino dkk., 2007; Akbari dkk., 2007). Oleh karena itu harus dilakukan suatu penelitian-penelitian yang komprehensif dan terintegrasi sehingga hasilnya dapat dipergunakan untuk merumuskan kebijakan dan peraturan tentang penggunaan teknologi ini secara umum dan didalam pengemas makanan khususnya.

Penggunaan teknologi baru selalu membawa tanggung jawab dan juga kontroversi didalam masyarakat, contohnya seperti pada energi nuklir dan bioteknologi pertanian. Penerimaan masyarakat (*public acceptance*) terhadap teknologi baru tersebut menjadi pemikiran yang sangat penting dalam aplikasinya. Masyarakat yang telah diberikan informasi umum mengenai teknologi nano merasa ragu untuk membeli produk makanan dengan pengemas menggunakan teknologi nano. Keraguan tersebut dikarenakan belum diketahuinya secara pasti resiko jangka panjang disamping keuntungan penggunaan teknologi tersebut (Siegrist dkk., 2007).

KESIMPULAN

Biobased nanocomposite mempunyai potensi dikembangkan sebagai bahan pengemas makanan karena mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan bahan pengemas makanan konvensional. Disamping potensinya tersebut, didalam aplikasinya masih banyak hal-hal yang menjadi pemikiran diantaranya adalah perlu peraturan standar serta masalah etika sosial yang berhubungan dengan penerimaan masyarakat terhadap produk dengan teknologi itu.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbari, Z., Ghomashchi, T., and Moghadam, S., 2007, Improvement in Food Packaging Industry with Biobased Nanocomposites, *International Journal of Food Engineering*, Volume 3, Issue 4, Article 3.
- Avella, M., De Vlieger, J.J., Errico, M.E., Fischer, S., Vacca, P., & Volpe, M.G., 2005, Biodegradable starch/clay nanocomposite films for food packaging applications, *Food Chemistry*, 93, 467-474.
- , L., 2004, Biodegradable Multiphase System Based on Plasticized Starch: A Review, *Journal of Macromolecular Science*, Vol. C44, No. 3, pp.231-247.
- Giannelis, E.P.,(1996), Polymer Layered Silicate Nanocomposites, *Advanced Materials*, Volume 8, No. 1, pp. 29-35.
- LeBaron, P.C., Wang, Z. And Pinnavaia, T. J., 1999, Polymer-layered Silicate Nanocomposites: an Overview, *Applied Clay Science*, Volume 15, pp. 11-29.
- Meng, N., Zhou, N. L., Zhang, S. Q. And Shen, J., 2009, Synthesis and Antimicrobial Activities of Polymer/ Montmorillonite-chlorhexidine Acetate Nanocomposites Film, *Applied Clay Science*, Volume 42, Issues 3-4.
- Misra, M., Park, H., Mohanty, A. K., and Drzal, L. T., 2003, Sustainable Nanocomposite Materials from Cellulosic Plastic, Composite materials and Structure Center, Michigan state University.
- Okada, K., Takashi Mitsunaga and Youichi Nagase , 2003, Properties and Particles Dispersion of Biodegradable Resin / Clay Nanocomposites, *Korea-Australia Rheology Journal* Vol. 15 , No. 1 March, pp. 43-50.
- Piao, H., 2006, Microbial-derived Cellulose-reinforced Biocomposites, Theses, Mechanical Engineering, University of Canterbury.
- Ray, S., Siew Young Quek , Allan Easteal and Xiao Dong Chen, The Potential Use of Polymer – Clay nanocomposites in Food Packaging, *International Journal of Food Engineering* , Volume 2 , Issue 4 , 2006 , Article 5.
- Robinson, D., S., and Eskin, N., A., M. , 2001, Shelf Life Stability , Chemical , Biochemical and Microbiological Changes, CRC Press LLC , Florida.p. 664
- Rose, E., 2002, Clay nanocomposites in Biodegradable Starch Plastics, Chee 4006 Individual Inquiry Thesis ,Department of Chemical Engineering University of Queensland.
- Sebastien, F., Stephane, G., Copinet, A. And Coma, V., 2006, Novel Biodegradable Film Made from Chitosan and Poly(lactic acid) with Antifungal Agents Mycotoxinogen Strains, *Carbohydrate Polymers*, Volume 65, Issue 2.
- Siegrist, M., Cousin, M.E., Kastenholz, H., and Wiek, A., 2007, Public acceptance of Nanotechnology Foods and Food Packaging: The Influence of Affect and Trust, *Appetite* 49, pp 459-466.
- Sorrentino, A., Gorrasi, G., and Vittoria, V., 2007, Potential Perspectives of bio-nanocomposites for Food Packaging Applications, *Trends in Food Science &Technology* 18, 84-95.
- Tamhane, S. P., 2006, Poly(Vinyl alcohol) / Cellulose Nanocomposite Barrier Films, Thesis ,Oregon state University.
- Tang, X., 2008, Use of Extrusion for Synthesis of Starch –clay nanocomposites for Biodegradable Packaging Films, Dissertation , Food Science institute.
- Wolf, D., Fuchs, A., Wagenknecht, B., Kretschmar, D., Jehnichen, D., Haubler, L., 1999, Nanocomposites of Polyolefin Clay Hybrids, International Symposium-Eurofillers'99, France. 6-9 September.
- Yang, K., Wang, X., L., and Wang, Z., Y., 2007, Progress in Nanocomposite of Biodegradable Polymer, *J. Ind. Eng. Chem.*, Vol. 13 , No . 4, 485-500.