

PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP BIODEGRADASI PLASTIK BERBAHAN DASAR POLIPROPILEN

Diah Megasari Tyasning¹ dan Mohammad Masykuri²

¹ Mahasiswa Prodi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret

² Dosen Prodi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret,
Jl. Ir. Sutami No. 36A, Kentingan, Surakarta-57126, Indonesia

Email: diah_mega83@yahoo.co.id

ABSTRAK

Limbah plastik memiliki permasalahan lingkungan yang cukup serius. Polipropilen (PP) merupakan salah satu limbah plastik yang jumlahnya cukup banyak di lingkungan kita. Daur ulang limbah plastik polipropilen menjadi bioplastik ramah lingkungan merupakan salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengurangi permasalahan lingkungan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan kitosan terhadap biodegradasi plastik berbahan dasar polipropilen. Dalam penelitian ini, limbah polipropilen digunakan sebagai *matriks* dengan kitosan sebagai *filler* dan dikumul peroksida (DCP) sebagai *crosslink agent*. Kitosan dengan berbagai komposisi sebesar 0, 5, 10, 15, 20 dan 5 + 1% DCP fraksi massa ditambahkan ke dalam polipropilen. Pembuatan plastik dilakukan dengan metode *blending*. Bioplastik yang diperoleh selanjutnya dikarakterisasi gugus fungsi dan sifat biodegradasinya berturut-turut dengan FTIR dan perendaman dalam mikroba campuran (*mixed microbial batch*) dengan EM4. Pada uji biodegradasi didapat plastik yang paling degradabel adalah plastik dengan komposisi PP: Kitosan (% w/w) 80/20. Selanjutnya urutan biodegradabilitas berturut-turut adalah dengan perbandingan 85/15; 90/10; 95/ 5; 90/10 + 1% DCP; 100/0.

Kata kunci: Polipropilen, Kitosan, Dikumil Peroksida, Biodegradasi

PENDAHULUAN

Plastik banyak digunakan untuk berbagai hal, di antaranya sebagai pembungkus makanan, alas makan dan minum, keperluan sekolah, kantor, automotif dan berbagai sektor lainnya. Salah satu jenis plastik yang banyak terdapat di sekitar kita adalah polipropilen (PP). PP merupakan salah satu jenis plastik yang menduduki peringkat ke tiga di dunia setelah PE dan PVC.

Bahan baku utama pembuat plastik yang berasal dari minyak bumi yang keberadaannya semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui. Selain itu plastik tidak dapat dihancurkan dengan cepat dan alami oleh mikroba penghancur di dalam tanah. Karena banyaknya plastik yang kita gunakan, hal ini mengakibatkan terjadinya penumpukan limbah dan menjadi penyebab pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup. Kondisi demikian ini menyebabkan kemasan plastik tersebut tidak dapat dipertahankan penggunaannya secara meluas karena akan menambah persoalan lingkungan dan kesehatan di waktu mendatang (Firdaus, *et al.*, 2008).

Di sisi lain, produksi udang dan ekspor udang Indonesia yang terus meningkat juga menambah akumulasi limbah cangkang udang. Hal ini dikarenakan udang yang diekspor berupa udang tanpa kulit. Berikut tabel ekspor udang Indonesia ke beberapa negara.

Tabel 1. Ekspor Udang Indonesia Januari-September

Tahun	Negara	Jumlah (MT)	Jumlah (MT)
2010	AS	46,626	78,108*
	Jepang	23,637	
	Uni Eropa	7,851	
2011	AS	53,805	82,2936*
	Jepang	22,146	
	Uni Eropa	6,985	

(Surabaya Post. Sabtu, 10/12/2011)

Limbah kepala udang mencapai 35-50% dari total berat udang. Kadar kitin dalam berat udang berkisar antara 60-70% dan bila diproses menjadi kitosan menghasilkan *yield* 15-20%. Kitosan memiliki sifat biodegradabel, terbarukan dan tidak beracun (Chen, *et al.*, 2009).

Salah satu alternatif untuk mengolah kedua limbah tersebut yaitu dengan mengolah limbah plastik dan kitosan (hasil pengolahan limbah udang) menjadi plastik yang mudah terurai di alam (*biodegradable*). Pemilihan kitosan sebagai salah satu alternatif untuk merekayasa plastik yang ramah lingkungan dikarenakan kitosan memiliki sifat biodegradasi yang baik. Elastisitas kitosan yang sangat kecil dapat ditingkatkan dengan kopolimerisasi dengan monomer sintesis (Prashantha, *et al.*, 2005). Kopolimerisasi



kitosan dengan PP dimungkinkan akan mengurangi sifat mekanik dari plastik yang dihasilkan. Karena itu diperlukan suatu *crosslink agent* untuk meningkatkan daya rekat antar muka sehingga sifat mekaniknya akan lebih baik. Dalam penelitian ini *crosslink agent* yang digunakan yaitu *Dicumyl Peroksida* (DCP).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kitosan terhadap biodegradasi plastik berbahan dasar polipropilen. Pembuatan bioplastik ini diharapkan dapat mengurangi akumulasi limbah plastik yang telah ada dan menanggulangi masalah yang ditimbulkan. Selain itu, pemanfaatan kitosan sebagai campuran dalam pembuatan plastik biodegradabel ini diharapkan dapat meningkatkan daya degradabilitas plastik, memperluas pemanfaatan limbah udang dan mengurangi permasalahan lingkungan yang ditimbulkan oleh adanya limbah udang.

METODE PENELITIAN

Bahan

Limbah polipropilen, Kitosan (DD: 80%), Dicumyl Peroksida (DCP).

Prosedur Penelitian

1. Preparasi

Proses awal yang dilakukan pada sintesis plastik *biodegradable* PP-Chi yaitu menyiapkan bahan dasar yang meliputi limbah *polypropilen* yang dipotong sekecil mungkin, kitosan (DD: 80%) dan DCP. Selanjutnya ketiga bahan dasar tersebut ditimbang sesuai dengan komposisi sebagai berikut:

Tabel 2. Komposisi Bioplastik PP-Chi

Sampel	Komposisi Bioplastik (%)		
	PP	Khitosan	DCP
A	100	0	0
B	95	5	0
C	90	10	0
D	85	15	0
E	80	20	0
F	90	10	1

2. Pembuatan Plastik Berbahan Dasar Polipropilen

Pembuatan bioplastik PP-Kitosan dilakukan dengan metode *blending* dengan alat yang disebut labo plastomill. Proses pembuatannya pertama, PP dimasukkan ke dalam labo plastomill pada suhu 178 °C. Setelah semua PP dimasukkan, selanjutnya dimasukkan kitosan secara perlahan-lahan sambil terus digiling. Setelah semua kitosan dimasukkan, labo plastomill ditutup dan ditunggu selama 10 menit.

Hasil *blending* ditimbang sebanyak 12 gram dan dicetak membentuk film dengan *compression molding*. Pada pemrosesan dengan menggunakan *compression molding*, bahan polimer diletakkan dalam cetakan (*mold*) yang telah dipanaskan. Proses pencetakan ini dilakukan dengan suhu 180 °C dan tekanan 5 kg/cm³ selama 15 menit.

3. Uji Biodegradasi

a. Pembuatan Molase

Pembuatan molase dilakukan dengan melarutkan gula merah ke dalam akuades dengan perbandingan 1:1 (3 gram gula merah: 3 ml akuades). Setelah semua gula merah larut, larutan gula merah/molase disaring menggunakan kertas saring.

b. Aktivasi EM4

EM4 yang masih dalam keadaan tidur (*dormant*) diaktifkan dengan memberikan makanan dan air. Pengaktifan dilakukan dengan menambahkan air dan air gula (molase) dengan perbandingan 4 mL EM: 4 mL molase: 200 mL air (konsentrasi EM4 2%). Ketiga bahan ini dicampurkan dan dibiarkan selama 72 jam agar semua mikroorganisme aktif. Keaktifan mikroorganisme ini diketahui dari aroma fermentasi yang harum.

c. Metode Mixed Microbial Batch dengan EM4

Setiap sampel plastik dipotong 1 cm x 1 cm sebanyak 5 buah. Selanjutnya sampel plastik dimasukkan dalam tabung reaksi 10 ml yang telah diberi label A1-A5, B1-B5, C1-C5, D1-D5, E1-E5 dan F1-F5. Selanjutnya ke dalam tabung reaksi tersebut dituangkan EM4 yang telah diaktifkan. Rendaman ini



disimpan dalam inkubator pada suhu 40°C dan dibiarkan selama 10 hari. Setelah 10 hari, sampel diambil dari dalam rendaman, dicuci dengan akuades, kemudian dibilas dengan alkohol 70% dan dikeringkan dalam inkubator pada suhu 70°C selama 24 jam. Selanjutnya sampel ditimbang dan dihitung pengurangan massanya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tahap Preparasi

Preparasi awal dilakukan dengan membersihkan limbah PP dan memotongnya hingga berukuran kecil. Ukuran limbah *polypropilen* yang kecil-kecil ini dimaksudkan untuk mempercepat proses pelelehan dan diharapkan hasil pencampuran *polypropilen* dan khitosan lebih homogen. Kemudian PP dan kitosan dikemas dengan komposisi berat kitosan 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10% dan 5% + 1 % DCP.

2. Pembuatan Plastik Berbahan Dasar Polipropilen

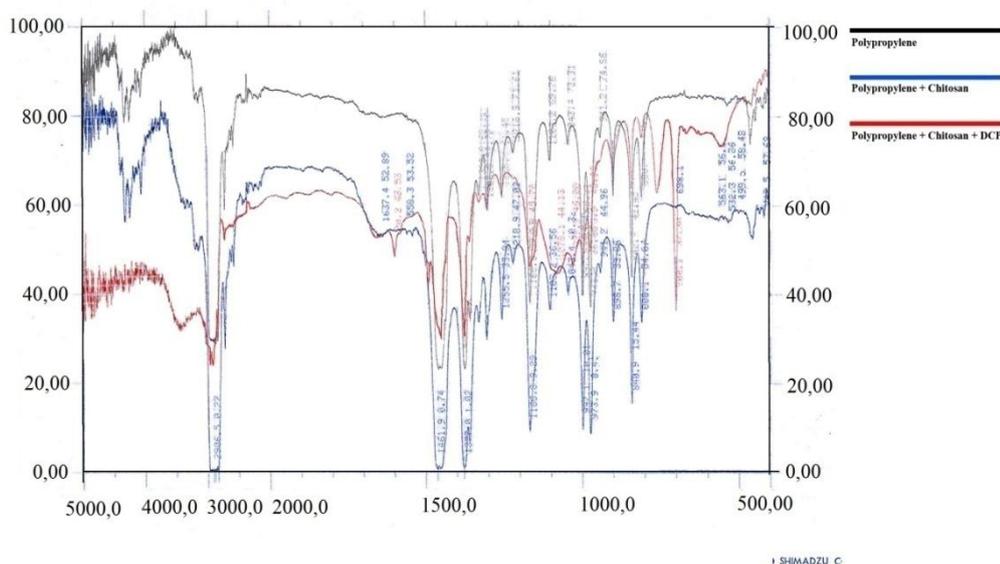
Pembuatan bioplastik PP-Kitosan dilakukan dengan metode *blending*, yaitu metode pencampuran antara dua atau lebih bahan yang berlangsung secara fisik berupa kontak permukaan yakni terjadi interaksi antar molekul polimer. Tujuan *blending* adalah menghasilkan suatu bahan dengan spesifikasi sifat yang diinginkan dan diharapkan kualitas bahan yang dihasilkan akan lebih baik dari bahan asli. Labo plastomill merupakan alat yang digunakan untuk mencampur (*blending*) bahan-bahan polimer. Labo plastomill terdiri dari ruang pemanas dengan suhu yang dapat dikontrol dan pengaduk.

Teknik sistesis yang dilakukan merupakan reaksi padatan. Proses pembuatannya dilakukan pada suhu 178 °C. Setelah semua PP dimasukkan, kitosan dimasukkan secara perlahan-lahan sambil terus digiling. Setelah semua kitosan dimasukkan, labo plastomill ditutup dan ditunggu selama 10 menit. PP merupakan polimer yang bersifat non polar sedangkan kitosan bersifat polar. Perbedaan kepolaran antara keduanya menyebabkan sulitnya kedua bahan ini untuk berikatan. Karena hal tersebut, maka ditambahkan DCP sebagai *crosslink agent* yang dapat menumbuhkan rantai ikat silang pada PP.

Hasil *blending* ditimbang sebanyak 12 gram dan dicetak membentuk film plastik dengan *compression molding*. Pada proses ini bahan polimer diletakkan dalam cetakan yang telah dipanaskan. Akibat penekanan, plastik melunak dan terbentuk sesuai dengan bentuk cetakan. Proses pencetakan ini dilakukan pada suhu 180 °C dan tekanan 5 kg/cm³ selama 15 menit.

3. Karakterisasi FTIR

Karakterisasi FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi dalam bioplastik. Identifikasi ini dilakukan dengan FTIR Shimadzu *corporation chart 200-91527*. Spektra IR sebagai mana dalam gambar 1.



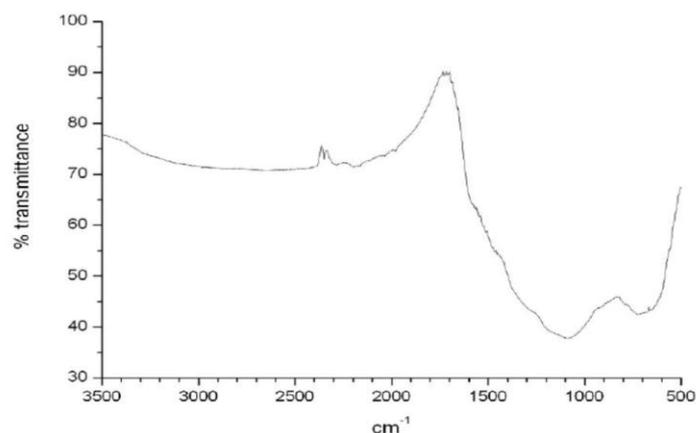
Gambar 1. Spektra FTIR Bioplastik PP-Kitosan



Pada spektra PP murni terdapat spektra tajam pada daerah bilangan gelombang 2700-3000 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus CH yang merupakan karakteristik PP. Puncak tajam pada bilangan gelombang 1461 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus CH_2 dan puncak pada tajam 1377 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus CH_3 .

Pada spektra spektra PP-kitosan, tidak banyak perubahan dibandingkan dengan spektra pertama. Hal ini dikarenakan tidak terjadi reaksi kimia antara PP dengan kitosan sehingga penambahan kitosan ke dalam PP tidak menyebabkan terjadinya ikatan atau gugus fungsi baru. Pencampuran PP dengan kitosan hanya terjadi secara fisik. Perubahan hanya terjadi pada munculnya puncak lemah pada daerah bilangan gelombang 1600-1899 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus NH dari kitosan.

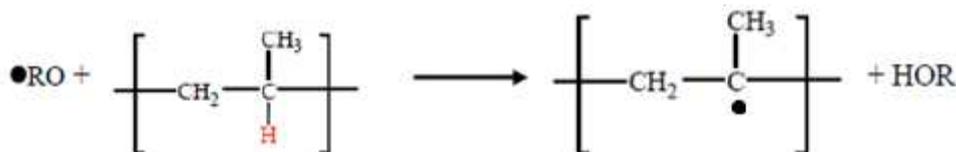
Pada spektra PP-kitosan dengan penambahan DCP menunjukkan adanya puncak-puncak baru yang berasal dari DCP. Untuk analisis reaksi yang terjadi antara PP, kitosan dan DCP dilakukan dengan mengkaji pergeseran puncak dari spektra DCP murni dengan spektra PP+kitosan+DCP. Pergeseran tersebut dapat dilihat dengan membandingkan spektra PP+kitosan+DCP pada gambar 1 dengan spektra DCP murni pada gambar 2.



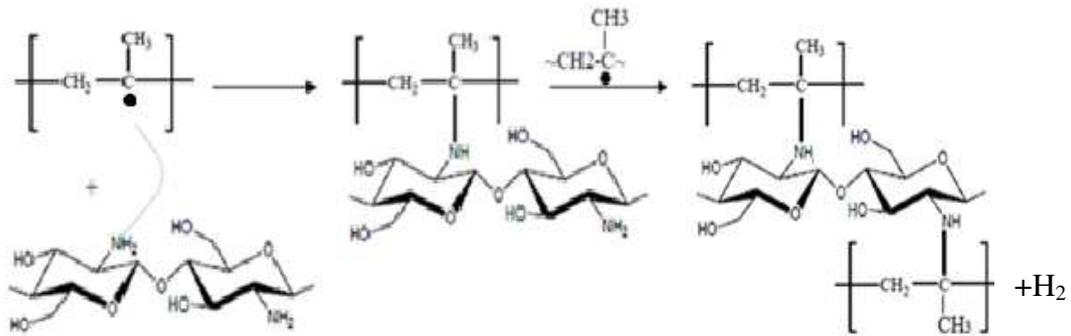
Gambar 2. Spektra FTIR dari DCP (Sumber: Kuhn, et al. 2008)

Pada spektra DCP murni, terdapat puncak pada 700 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus fenil dan puncak pada 1100 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus $-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{O}-\text{R}-$. Pada spektra PP+Kitosan+DCP terdapat dua puncak pada bilangan gelombang antara 700-800 cm^{-1} . Puncak ini sebenarnya merupakan puncak dari gugus fenil yang seharusnya muncul sebagai satu puncak pada bilangan gelombang 700 cm^{-1} . Namun karena adanya ikatan dengan PP dan kitosan menyebabkan energi kinetik dari gugus tersebut menjadi lebih kecil. Akibatnya puncak gugus fenil muncul pada bilangan gelombang yang lebih besar, yaitu antara 700-800 cm^{-1} .

DCP memiliki gugus fenil yang merupakan gugus pendorong elektron. Elektron dari gugus fenil didorong ke atom O yang mengakibatkan O bersifat elektronegatif. Radikal dari DCP akan menyerang PP dan atom H yang terikat pada atom C tersier akan terlepas dan membentuk PP radikal. Reaksi antara DCP dengan PP adalah sebagai berikut:



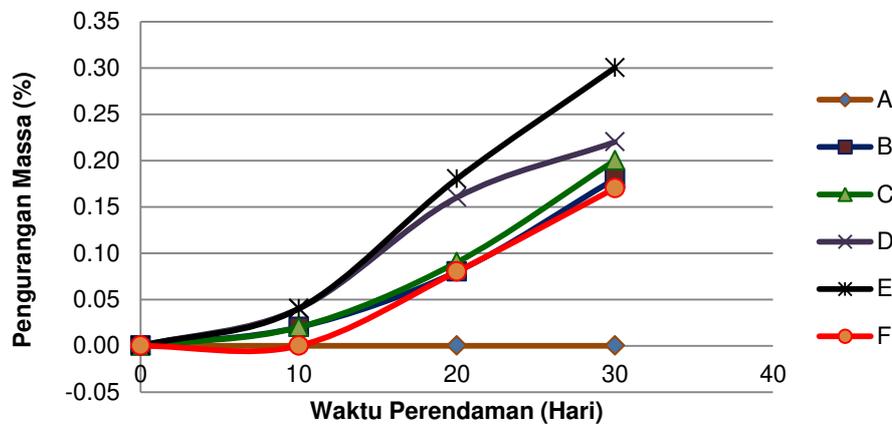
Selanjutnya PP radikal yang memiliki kecenderungan besar untuk berikatan akan membentuk ikatan dengan kitosan. Hal ini dikarenakan kitosan mempunyai atom N dari gugus amina yang bersifat sangat reaktif. PP radikal akan berikatan dengan atom N dari gugus amina dengan menggantikan satu atom H. Atom H yang terlepas akan berikatan dengan atom H yang lain membentuk H_2 . Reaksi yang mungkin terjadi adalah sebagai berikut:



4. Karakterisasi Biodegradasi

Uji biodegradasi plastik PP-kitosan dilakukan dengan merendam plastik berukuran 1×1 cm di dalam 5 ml EM4. Rendaman ini disimpan dalam inkubator pada suhu 40°C dan dibiarkan selama 10 hari. Pemilihan suhu ini dikarenakan EM4 dapat bekerja optimum pada suhu 40-50°C. Setelah 10 hari, sampel diambil dari dalam rendaman, dicuci, dibilas dengan alkohol 70% dan dikeringkan dalam inkubator pada suhu 70°C selama 24 jam. Selanjutnya sampel ditimbang dan dihitung pengurangan beratnya.

Analisis data dilakukan dengan mengkaji pengaruh lama waktu perendaman terhadap persen kehilangan berat sampel. Terjadinya degradasi ditandai dengan bertambahnya persen kehilangan berat. Berikut grafik pengurangan berat sampel selama perendaman dalam EM4 yang ditimbang setiap 10 hari. Berikut grafik pengurangan massa bioplastik per 10 hari penimbangan:



Gambar 3. Grafik Pengurangan Massa Bioplastik per 10 Hari Penimbangan

Dalam grafik di atas, sampel plastik yang digunakan memiliki komposisi PP:Kitosan:DCP yang berbeda-beda. A merupakan komposisi PP:Kitosan:DCP % (w/w): 100:0:0; B(95:5:0); C(90:10:0); D(85:15:0); E(80:20:0); dan F (90:10:1).

Pada perendaman 10 hari pertama, plastik sudah terdegradasi. Degradasi yang terjadi pada plastik ditandai dengan menurunnya massa plastik setelah dilakukan perendaman. Pengurangan ini terjadi akibat proses dekomposisi bahan organik dengan molekul EM4. Bioplastik yang digunakan dalam uji biodegradasi mengandung kitosan yang merupakan bahan organik. Sedangkan EM4 merupakan mikroorganisme pendegradasi bahan-bahan organik. Mikroorganisme dalam EM4 akan mendegradasi kitosan dengan cara memutus rantai polimer menjadi monomer-monomer dari kitosan yang terurai dan akibatnya massa bioplastik berkurang.

Biodegradasi yang terjadi dalam bioplastik PP-kitosan merupakan biodegradasi parsial atau sebagian, hal ini dikarenakan EM4 hanya mendegradasi kitosan yang terdapat dalam plastik saja dan tidak mendegradasi PP. PP merupakan polimer sintesis berbahan dasar minyak bumi sehingga sangat sulit diuraikan oleh EM4. Namun, degradasi kitosan di dalam bioplastik berbahan dasar PP ini akan membuat struktur bioplastik rusak. Kerusakan struktur bioplastik ini diharapkan akan sangat membantuk proses biodegradasi karena dapat meningkatkan penyerapan air tanah dan masuknya mikroorganisme ke celah-celah bioplastik.



Sampel bioplastik dengan penambahan DCP ternyata memiliki derajat degradasi yang lebih rendah daripada sampel plastik tanpa DCP. Hal ini dapat dilihat pada perbandingan antara sampel C dan F. Sampel C dan F memiliki konsentrasi kitosan yang sama, namun sampel C tidak menggunakan DCP sedangkan sampel F menggunakan DCP. Hasil uji biodegradasi menunjukkan sampel C mengalami pengurangan massa yang lebih besar daripada sampel F. Hal ini menunjukkan penambahan DCP berpengaruh terhadap sifat biodegradasi dari plastik. DCP merupakan suatu *crosslink agent* yang menyebabkan ikatan yang ada di dalam bioplastik menjadi lebih kuat sehingga ikatan yang terbentuk lebih sulit terputus daripada ikatan dalam bioplastik tanpa DCP.

Dari enam sampel yang diuji, plastik yang paling degradabel berturut-turut adalah plastik dengan komposisi PP : Kitosan (w/w) 80/20; 85/15; 90/10; 95/ 5; 90/10 + 1% DCP;100/0.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan didapatkan simpulan urutan degradabilitas berturut-turut adalah plastik dengan komposisi PP: Kitosan (% w/w) 80/20; 85/15; 90/10; 95/ 5; 90/10 + 1% DCP; 100/0.

Untuk menambah khasanah ilmu pengetahuan dalam bidang rekayasa bioplastik maka penulis menyarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan komposisi polipropilen-kitosan yang lebih baik dan penelitian lebih lanjut dengan *filler* yang berbeda untuk memperkaya variasi *filler* dalam pembuatan plastik biodegradabel dengan bahan dasar polipropilen.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Pusat Penelitian Fisika Polimer Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Cisu Bandung, Sub Lab. Biologi Laboratorium Pusat, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Dirjen DIKTI, dan seluruh pihak yang berperan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, A., Haddad, D., Wang, R. (2009). *Analysis of Chitosan-Alginate Bone Scaffolds*. New Jersey: Rutgers University.
- Firdaus, F., Mulyaningsih, S., Anshory, H. (2008). Green Packaging Berbasis Biomaterial: Karakteristik Mekanik dan Ketahanan Terhadap Mikroba Pengurai Film Kemasan dari Komposit Pati Tropis-PLA-Khitosan. *Prosiding Seminar Nasional Teknoin Bidang Teknik Kimia dan Tekstil*
- Kuhn, P., Antonietti, M., Thomas, A. (2008). *Porous, Covalent Triazine-Based Frameworks Prepared via Ionothermal Synthesis*. Postdam: Wiley-VCH
- Prashanth, K.V., Harish, K. L, Shamalab, T.R., & Tharanathan, R.N.. (2005). Biodegradation of Kitosan-Graft-Polymethylmethacrylate Films. *Journal of International Biodeterioration & Biodegradation*. 56: 115–120.
- Surabaya Post. Sabtu, 10 Desember 2011. *Ekspor Udang ke AS Melonjak*

DISKUSI

Penanya 1 (Siti Nurmalita - SMP Negeri Model Terpadu Bojonegoro)

Bagaimana efek samping plastik biodegradasi? (sesuai pengetahuan penanya plastik bekas minuman hanya satu kali digunakan)?

Jawab:

Bahan plastik yang di gunakan untuk penelitian berkode PP 5. Sedangkan plastik yang sekali digunakan berkode PET I.

Penanya 2 (Elly Setyawati - UNP Kediri)

Makna komposisi yang lebih baik?

Jawab:

Dihubungan dengan efektivitas dan fleksibel dan perlu dilakukan penelitian agar plastik dapat mudah diuraikan dan tidak terlalu mahal.

Penanya 2 (Fathur Rohim - SMP N Model Terpadu Bojonegoro)

Bagaimana pengaruh suhu terhadap kondisi plastik biodegradable ketika digunakan sebagai pembungkus makanan?

Jawab:

plastik biodegradable cukup aman digunakan dan bersifat non toksik (kitosannya) dan untuk kepastian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

