

BIODEGRADATION OF POLYBLEND POLYPROPYLENE- PALM OIL-AMYLUM BY *Bacillus subtilis* AND *Clostridium botulinum*

Biodegradasi Poliblend Polipropilen- Minyak sawit-Pati dengan Bakteri Bacillus Subtilis dan Clostridium Botulinum

Zainal Fanani, Miksusanti, Desnelli
Staf Dosen FMIPA UNSRI Jurusan Kimia

ABSTRACT

It had been done a biodegradation polyblend from blending polypropylene-palm oil-amylum with three composition of polyblend i.e polyblend A 80% polypropylene- 19.5% palm oil- 0.5% amyllum, poliblend B 80% polypropylene- 19% palm oil- 1% amyllum and polyblend C 80% polypropylene-18% palm oil- 2% amyllum by B. subtilis and C. botulinum, time incubation was twenty five days. The characterization of polyblend before and after biodegradation has done with FTIR, DTA, Viscometre and tensile strength of polyblend. The result showed that Bacillus subtilis and Clostridium botulinum can biodegrade polyblend and make holes as well as chink on polyblend especially polyblend C, because it has more carbohidrat than polyblend A and B. Analysis from FTIR showed compatible of poliblend because it did not have a new function group and did not change of wavelength. Data of tensile strength showed lower value after biodegradation at polyblend C and from DTA and Viscometre showed lower melting point and lower average molecule weight, respectively.

Keywords: *Biodegradation, Polyblend, Bacillus, Clostridium.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Plastik merupakan bahan yang penggunaannya sangat luas dalam kehidupan sehari-hari mulai dari industri makanan, industri rumah tangga sampai industri dalam skala besar. Penggunaan plastik yang utama yaitu sebagai bahan untuk pengemas karena bahan plastik mempunyai keunggulan yang lebih jika dibandingkan dengan bahan pengemas lainnya seperti kaca, kertas, aluminium foil, logam, daun dan kayu [1]. Keunggulan dari bahan plastik ini antara lain yakni fleksibel (dapat mengikuti bentuk produk), ringan, simpel, transparan (tembus pandang), tidak mudah pecah, dapat dikombinasikan dengan kemasan lain, tidak memerlukan perlakuan atau perawatan istimewa dalam penyimpanan dan pengangkutannya, serta murah [2].

Namun plastik juga mempunyai kelemahan yaitu sukar teruraikan oleh mikroorganisme yang ada di lingkungannya. Plastik setelah digunakan dibuang akan menimbulkan masalah yang serius. Usaha yang telah dilakukan untuk menanggulangi masalah sampah ini adalah dengan mendaur ulang dan pembakaran. Proses daur ulang memerlukan biaya yang besar dan kurang efektif [3], sedangkan pembakaran plastik dapat menimbulkan gas yang bersifat korosif dan beracun seperti HCl, HCN dan SO₂. Untuk menanggulangi terjadinya penumpukan

sampah plastik, maka perlu diciptakan plastik (atau mensintesis polimer) yang dapat dibuang dan dengan mudah didegradasi oleh mikroorganisme tanah [4].

Telah banyak penelitian dilakukan oleh para ahli polimer untuk membuat plastik yang mudah terurai oleh mikroorganisme tanah, salah satunya adalah dengan melakukan pencampuran (*blending*) antara polimer sintesis dengan polimer alamiah seperti pati. Pencampuran material organik (polimer alamiah) ke dalam polimer sintesis diharapkan nantinya dapat bertindak sebagai substrat bagi organisme sehingga dapat mendegradasi plastik. Mikroorganisme dapat masuk ke dalam campuran itu melalui polimer alamiah dan akan merusaknya. Akibatnya polimer sintetik (plastik) menjadi rapuh dan mudah rusak berubah menjadi air, karbondioksida dan humus. Suatu bahan bisa didegradasi dengan mikroorganisme bila di dalamnya mengandung komponen-komponen yang bertindak sebagai nutrient bagi organisme tersebut. Polipropilen (PP) merupakan salah satu polimer sintetik yang dapat digunakan untuk mengemas makanan dan minuman. Jenis plastik yang terbentuk dari bahan utama polipropilen ini merupakan bahan yang sulit terdegradasi oleh mikroorganisme tanah [5].

Pada penelitian ini akan dicoba membuat plastik yang dapat terdegradasi oleh

mikroorganisme tanah yaitu dengan mencampurkan polimer polipropilen dengan material organik dalam hal ini digunakan minyak kelapa sawit dan pati tepung terigu yang berasal dari tepung Bogasari.

Minyak kelapa sawit merupakan polimer alamiah yang mudah terbiodegradasi dan dapat digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan pemlastis bagi polipropilen. Penambahan pemlastik minyak sawit ini berfungsi memperbaiki sifat polimer yang kaku menjadi fleksibel yang merupakan syarat bahan pengemas [6].

Pati merupakan polimer alamiah yang mudah terdegradasi [5]. Penambahan pati ke dalam matriks polimer sintesis menyebabkan mikroorganisma mengkonsumsi pati dan membuat pori pada matriks polimer yang memudahkan terjadinya biodegradasi pada polimer. Dengan demikian penambahan pati dalam campuran polipropilen dan minyak sawit diharapkan dapat mengoptimalkan proses biodegradasi oleh mikroba [7].

Dalam penelitian ini biodegradasi poliblend – minyak sawit – pati dari tepung Bogasari dilakukan dengan menggunakan bakteri *B. subtilis* dan *C. botulinum*. Kedua bakteri tersebut diharapkan dapat menguraikan poliblend lewat substratnya yaitu minyak sawit dan pati [8].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari kemungkinan terbiodegradasinya poliblend antara polipropilena –minyak sawit – pati dari tepung Bogasari dengan menggunakan mikroba tanah yaitu bakteri *B. subtilis* dan *C. botulinum* dan menentukan sifat poliblend sebelum dan sesudah biodegradasi serta mengkaraktisasinya yang meliputi penurunan titik leleh (dengan DTA), pemutusan dan pembentukan ikatan (dengan FTIR) serta penurunan berat molekul rata-rata (dengan viskometer) serta sifat fisik berupa uji tarik.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan penelitian

Poliblend polipropilen-minyak sawit-pati dengan komposisi poliblend A 80% berat polipropilen-19,5% berat minyak sawit-0,5% berat pati, poliblend B dengan 80% berat polipropilen-19% berat minyak sawit-1% berat pati, poliblend C dengan 80% berat polipropilen-18% berat minyak sawit-2% berat pati, aluminium foil, akuades, etanol 70% (v/v), kapas bebas lemak, polipropilen murni, kultur murni *C. botulinum*, dekahidronaftalen, nutrient agar dan nutrient broth.

Alat penelitian

Cawan petri, tabung reaksi, Erlenmeyer, jarum osse, pembakar spritus, spatula, pinset, oven, pengering, inkubator, autoklav, peralatan *Labo*

plasromil, *Hotpress*, peralatan *Optichold*, peralatan FTIR dan viskometer, uji tarik Autograph.

Pembuatan Film Poliblend polipropilen – minyak kelapa sawit–pati

Polipropilen-pati-minyak kelapa sawit ditimbang sesuai dengan komposisi yang diinginkan (A, B dan C). Alat *labo plastomil* dipanaskan sampai mencapai temperatur blending (165 °C). Polipropilen dimasukkan ke dalam *labo plastomil*. Kemudian dilakukan *inching* selama 5 menit sampai polipropilen melunak seluruhnya. Setelah itu pati dan minyak kelapa sawit dimasukkan dan diblending selama 10 menit, dengan kecepatan 60 rpm. Selanjutnya hasil blending dikeluarkan dan didinginkan dalam suhu temperatur kamar. Hasil blending dibuat film tipis

Biodegradasi Poliblend

Proses biodegradasi dilaksanakan dalam media padat. Suspensi bakteri dituang ke dalam gelas kimia steril. Poliblend steril dicelupkan ke dalam suspensi sampai seluruh permukaan sampel poliblend tertutup oleh suspensi. Kemudian diangkat dengan menggunakan pinset steril dipindahkan ke dalam media biodegradasi. Dibiarkan pada temperatur 30 °C selama 25 hari.

Proses biodegradasi dihentikan setelah 25 hari dengan mencelupkan poliblend ke dalam etanol 70 % v/v . Kemudian dicuci beberapa kali dengan akuades, dikeringkan dan poliblend siap dikarakterisasi.

Analisa Termal dengan Differential Thermal Analysis (DTA).

Sampel ditimbang 10-20 mg. Sampel diletakkan ke dalam tempat sampel, kemudian dimasukkan kedalam alat DTA. Kondisi alat diatur dan dioperasikan pada kisaran temperatur 500 °C. Kurva yang dihasilkan diplot pada kertas.

Analisis gugus fungsi dengan FTIR

Sampel untuk poliblend polipropilen - minyak kelapa sawit-pati dibuat film tipis transparan dengan alat *hotpress*. Selanjutnya Sampel diletakkan pada tempat sampel, dan dilakukan penganalisaan gugus fungsi, hasil analisis akan direkam oleh alat *recorder* dan selanjutnya dihasilkan spektra IR dari sampel.

Penentuan Berat molekul rata-rata berdasarkan viskositas

Pada pelarut dekahidronaftalen sebanyak 10 mL, dimasukkan ke dalam tempat sampel, dan alat diset pada temperatur 85 °C. Kemudian serbuk sampel dengan berat tertentu dimasukkan ke dalam tempat sampel yang telah berisi pelarut

dekahidronaftalen kemudian diaduk sampai larut dan diukur waktu. Pengenceran sampel dilakukan sebanyak 3-5 kali dengan tujuan memvariasi konsentrasi larutan. Perbandingan waktu alir antara larutan dan pelarut yang didapat digunakan untuk menentukan berat molekul rata-rata.

Uji tarik dengan alat Autograph

Poliblend ditimbang sebanyak 5 mg dan diletakkan di tengah cetakan *glossy plate*, kemudian dimasukkan ke dalam tempat sampel pada alat hotpress dan dihasilkan film tipis untuk diuji *mechanical strenght* (uji tarik) dengan metode sebagai berikut: Ketebalan *dumbbell* diukur dengan mikrometer sekrup. Spesimen yang sudah diketahui panjang dan ketebalannya dijepit kedua ujungnya pada spesimen *clamp* Autograph. Hal yang sama diterapkan juga terhadap film murni dari polipropilen, kemudian hasilnya dibandingkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Termal

Analisis termal dilakukan dengan alat DTA berguna untuk mengetahui temperatur leleh (T_m), temperatur peruraian (T_d) dan temperatur pembakaran (T_c). Suatu polimer apabila dipanaskan maka pertama-tama akan meleleh, apabila pemanasan diteruskan akan terjadi peruraian dan selanjutnya akan terjadi pembakaran. Perbandingan temperatur leleh (T_m) baik sebelum maupun sesudah biodegradasi dapat dilihat pada tabel 1. Secara umum proses biodegradasi dengan *B. subtilis* dan *C. botulinum* dapat menurunkan temperatur leleh, karena pati pengisi matriks dalam rantai polimer pp terurai oleh bakteri pendegradasi.

Secara umum dari Tabel 1 terlihat bahwa setelah biodegradasi memiliki nilai temperatur leleh lebih kecil dibandingkan terhadap sebelum mengalami biodegradasi baik poliblend A, B dan C, namun demikian ada pengecualian (dalam Tabel 1 diberi tanda kotak) yaitu poliblend B dengan biodegradasi oleh bakteri *bacillus S* memiliki nilai yang lebih besar bila dibanding dengan sebelum biodegradasi. Kenaikan temperatur leleh ini kemungkinan terjadi karena pada proses tersebut telah terjadi pembentukan ikatan silang antara molekul yang mengakibatkan antaraksi antar

molekul pada rantai polimer meningkat, sehingga derajat kebebasan rantai polimer menurun dan entropi polimer berkurang. Faktor menurunnya entropi polimer menyebabkan polimer akan lebih sulit mengalami perubahan fasa padat menjadi cair sehingga temperatur lelehnya semakin tinggi. Dengan demikian polimer lebih sulit mengalami perubahan sifat yang semula kaku menjadi fleksibel.

Analisis hasil menunjukkan bahwa poliblend sampel C yang dibiodegradasi oleh bakteri pada media nutrien akan mengalami penurunan temperatur leleh yang lebih besar dibandingkan poliblend sampel A dan B dengan variasi waktu yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri *B. subtilis* dan *C. botulinum* merupakan bakteri yang dapat hidup pada substrat/materi organik yang mengandung asam lemak (minyak sawit) dan karbohidrat (pati) [9], sehingga dapat membiodegradasi poliblend sampel C karena sampel C mengandung pati lebih banyak yang mengakibatkan penurunan temperatur leleh yang lebih besar dari yang lainnya.

Analisis Gugus Fungsi

Analisis spektra infra merah bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang memberikan serapan pada daerah serapan infra merah. Dari data spektra IR dapat diketahui ada atau tidaknya gugus fungsi yang baru pada poliblend sebelum atau sesudah biodegradasi [10]. Beberapa puncak dari poliblend sampel A, poliblend sampel B dan poliblend sampel C dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari hasil analisis spektrum IR terlihat tidak terdapatnya puncak baru yang signifikan setelah dilakukan biodegradasi selama 25 hari dengan kedua bakteri pendegradasi. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan minyak kelapa sawit dan pati ke dalam polimer pp tidak membentuk suatu ikatan kimia yang baru tetapi hanya ikatan fisiknya saja ini juga terlihat pada penurunan temperatur leleh.

Dari data ini menunjukkan sesuai dengan definisi dari poliblend, yaitu campuran fisika antara dua atau lebih polimer dan atau kopolimer yang berbeda dan tidak membentuk ikatan kovalen antar komponen-komponennya [11].

Tabel 1 Data Hasil Analisa Termal dengan DTA

Sampel Polibland	Tm Sebelum Biodegradasi (°C)	Tm (Titik Leleh) setelah biodegradasi (°C)	
		<i>Clostridium B.</i>	<i>Bacillus S.</i>
A	180,96	172,84	174,52
B	170,5	184,68	97,78
C	179	96,69	66,81

Tabel 2 Puncak-puncak spektrum FTIR poliblend

SAM-PEL	Angka Gel. Sebelum Biodegradasi (Cm ⁻¹)	Angka Gelombang Setelah Biodegradasi (Cm ⁻¹)		Gugus Fungsi
		<i>Clostridium B.</i>	<i>Bacillus S.</i>	
PP MUR-NI	3419,4; 3137,3	3369,7	-	-OH
	2914,0; 2843,5	2850,1	2893,2	Ulur C-H
	-	1747,7; 1683,4	1719,2; 1666,3	Ilur C=O dari CHO
	1458,7; 1399,3	1470,5; 1377,9	1466,6; 1448,9; 1372,5	Tekuk C-O-H
	1164,3	1150,7	-	Ulur C-CO-C
Poli-blend A	3177,8; 3130,8	3191,8	3188,4	-OH
	2919,2; 2848,7	2819,1; 2722,2	2841,6; 2721,7	Ulur C-H
	1736,9	1893,8; 1745,9	1745,9	Ilur C=O dari CHO
	1460,7; 1396,0	1452,8	1452,5	Tekuk C-O-H
	1172,8	1165,7	1165,9	Ulur C-CO-C
Poli-blend B	3130,8	3154,3	-	-OH
	2919,2; 2848,7	2919,2; 2719,4	2918,8; 2849,8	Ulur C-H
	1736,9	1742,7	1742,7	Ilur C=O dari CHO
	1460,7; 1396,0	1454,8; 1378,4	1466,6; 1407,8	Tekuk C-O-H
	1172,8	1161,0	1108,1	Ulur C-CO-C
Poli-blend C	3424,6	3195,8	3193,7	-OH
	2919,2; 2848,7	2834,9; 2722,4	2845,8; 2722,0	Ulur C-H
	1736,9	1745,8	1746,9; 1650,9	Ilur C=O dari CHO
	1466,6; 1396,0	1456,2; 1374,4	1454,0; 1372,4	Tekuk C-O-H
	1172,8	1165,3	1166,5	Ulur C-CO-C

Analisis spektra infra merah terhadap poliblend yang telah dibiodegradasi dengan bakteri selama 25 hari bertujuan untuk mengetahui perubahan gugus fungsi selama proses biodegradasi. Dari data tersebut terlihat yang terjadi hanya pergeseran bilangan gelombangnya saja.

Penentuan Berat Molekul

Viskositas relatif dan spesifik dihubungkan dengan persamaan $\eta_{rel} = \eta_{sp} + 1$ dan dengan menggunakan ekspansi Taylor dapat dikembangkan menjadi

$\ln \eta_{rel} = \ln (1 + \eta_{sp}) = \eta_{sp} - \eta_{sp}^2/2 + \dots$ pada konsentrasi mendekati nol dapat disederhanakan

menjadi $\ln \eta_{rel} = \eta_{sp}$ atau $\frac{\eta_{sp}}{C} = \frac{1}{C} \ln \frac{\eta}{\eta_0}$

sedangkan $\frac{\eta}{\eta_0} = \frac{\rho t}{\rho_0 t_0}$. Untuk larutan yang sangat

encer akan berlaku $\frac{\rho}{\rho_0} = 1$ sehingga rumus terakhir

untuk viskositas intrinsik menjadi $[\eta] =$

$\frac{\eta_{sp}}{C} = \frac{1}{C} \ln \frac{t}{t_0}$ pada konsentrasi mendekati nol.

Apabila dibuat grafik antara C terhadap

$\frac{1}{C} \ln \frac{t}{t_0}$, maka intersep = $[\eta] = KM_v^a$ [12].

Penentuan berat molekul (Mv) dilakukan terhadap poliblend sebelum dan sesudah biodegradasi, dilakukan dengan membandingkan waktu alir dari pelarut dan larutan polimer dengan cara memvariasi konsentrasi larutan Waktu alir larutan polimer dan pelarut dicatat. Pengukuran dilakukan 3-5 kali perulangan waktu alir untuk masing-masing konsentrasinya. Hasil penentuan berat molekul rata-rata poliblend sebelum dan sesudah biodegradasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Berat molekul rata-rata poliblend

Sampel	Mv sebelum biodegradasi	Mv (berat molekul) setelah biodegradasi	
		Bacillus Subtilus	Clostridium Botulinum
PP MURNI	3.486.928,77	-	-
Poliblend A	1.662.401,09	1.506.532,6	589.758,551
Poliblend B	319.077,947	1.909.388,99	1.440.936,66
Poliblend C	897.820,219	3.641.300,52	796.760,559

Data berat molekul rata-rata (Mv) poliblend yang dihasilkan menunjukkan bahwa bakteri mampu mendegradasi poliblend. Degradasi tersebut terjadi karena minyak kelapa sawit dan terutama pati yang mengisi matriks PP semakin berkurang akibat dimakan oleh bakteri sehingga terjadi lubang atau celah pada poliblend tersebut. Celah yang terbentuk mengakibatkan rantai polimer polipropilena akan menjadi rapuh dan akhirnya akan putus menjadi polimer yang lebih kecil, sehingga setelah diukur berat molekul rata-ratanya menjadi lebih kecil. Apabila biodegradasi ini diteruskan lama-kelamaan poliblend tersebut semakin banyak mengalami kerusakan dan akhirnya hancur.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa berat molekul rata-rata polimer (Mv) mengalami penurunan setelah dibiodegradasi oleh kedua bakteri baik poliblend A, B maupun C, tetapi ada pengecualian untuk poliblend C yang dibiodegradasi oleh bakteri *B. subtilus* justru mengalami kenaikan dari 897.820,219 menjadi 3.641.300,52. Hal ini terjadi kemungkinan adanya reaksi kopling yaitu reaksi penggabungan kembali dari polimer yang telah terbiodegradasi dengan polimer yang lain sehingga justru menjadi molekul yang lebih besar. Poliblend B setelah dibiodegradasi oleh kedua bakteri justru

memiliki berat molekul yang meningkat hal ini selain karena reaksi kopling juga karena sesuai dengan kenaikan titik leleh (Tabel 1), yaitu terjadi karena terbentuknya ikatan silang.

Poliblend setelah biodegradasi dengan kedua bakteri mengalami penurunan berat molekul. Poliblend yang paling besar mengalami penurunan berat molekul rata-rata adalah poliblend A yang dibiodegradasi oleh bakteri *C. botulinum* dengan % penurunan berat molekul rata-rata $[R & P1] = 64,5 \%$.

Uji Kekuatan Tarik

Uji kekuatan tarik dilakukan dengan suatu alat dimana film poliblend dengan ketebalan tertentu diberi beban dalam satuan kgf, sehingga film tersebut akan mengalami perpanjangan dan akhirnya putus. Besarnya beban dalam kgf ketika terjadi pemutusan dibagi dengan luas penampang film didefinisikan sebagai kekuatan tarik poliblend [13]. Uji kekuatan tarik dilakukan untuk membandingkan antara pp murni dengan poliblend dan juga membandingkan antara pp murni dengan poliblend setelah mengalami degradasi oleh bakteri. Hasil analisis dicantumkan dalam Tabel 4 dan 5.

Tabel 4 Uji tarik untuk sampel sebelum biodegradasi

No	Sampel	Ketebalan,mm	Beban/kgf	Perpanjangan/mm
1	PP murni	0,41	0,7755	2,275
2	A	0,41	0,875	0,5225
3	B	0,41	1,321	2,05
4	C	0,41	1,549	1,50

Tabel 5 Uji tarik untuk sampel sesudah biodegradasi

No	Sampel	Ketebalan,mm	Beban/kgf	Perpanjangan/mm
Biodegradasi dengan Bakteri <i>Bacillus Subtilus</i>				
1	PP murni	0,22	1,587	154,81
2	A	0,21	0,728	0,39
3	B	0,22	0,520	0,26
4	C	0,20	0,485	0,21
Biodegradasi dengan Bakteri <i>Clostridium Botulinum</i>				
1	PP murni	0,30	1,142	17,38
2	A	0,22	0,74	1,157
3	B	0,21	0,67	0,865
4	C	0,23	0,585	0,452

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa dengan penambahan minyak sawit dan pati justru menambah kekuatan pada film poliblend dimana pada pp murni beban untuk memutuskan hanya sampai pada 0,7755 kgf sedangkan pada poliblend semuanya melebihi harga ini dan yang paling baik yaitu poliblend komposisi C yaitu kandungan pati paling besar (2 %), hal ini menunjukkan pati selain mengisi pori pada polimer juga membentuk ikatan silang dengan pp dan minyak sawit, sehingga dapat menambah kekuatan pada poliblend.

Selama proses degradasi, pati dalam matrik polimer akan termakan oleh bakteri sehingga diharapkan setelah degradasi ikatan silang yang dibentuk oleh pati terhadap polimer pp akan rusak sehingga kekuatan tarik poliblend akan menurun dibandingkan terhadap pp murninya. Hasil terdapat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 menyatakan bahwa setelah biodegradasi terlihat bahwa pp murni jauh memiliki kekuatan tarik yang lebih kuat dibandingkan terhadap poliblend. Kalau sebelum biodegradasi poliblend C yang paling kuat, maka setelah biodegradasi justru polibland C yang paling rapuh hal ini menunjukkan bahwa fungsi pati yang memperkuat ikatan silang telah hilang peranannya, karena pati sudah diuraikan oleh bakteri. Kandungan pati pada polibland C paling besar sehingga kerusakannya juga paling besar.

Perbandingan kedua bakteri menunjukkan bahwa *B. subtilis* lebih efektif merusak poliblend dibandingkan *C. botulinum*. Hal ini dapat dilihat dari perpanjangan film, makin panjang berarti makin tidak mudah putus atau makin kuat. Pada *B. subtilis* terlihat bahwa perubahan perpanjangan dari pp murni ke poliblend C sebesar 154,81mm menjadi 0,21mm, sedangkan biodegradasi dengan *C. botulinum* sebesar 17,38 mm menjadi 0,452 mm. Pp murni sebelum dibiodegradasi *B. subtilis* memiliki perpanjangan 154,81 mm lebih kuat dibanding terhadap *C. botulinum* yaitu 17,38 mm; namun setelah biodegradasi poliblend yang dibiodegradasi oleh *B. subtilis* justru lebih rapuh (0,21 mm) dibanding terhadap *C. botulinum* (0,452 mm).

KESIMPULAN

Hasil FTIR menunjukkan bahwa pembuatan Poliblend PP-minyak kelapa sawit-pati produksi Bogasari telah kompak belah ditunjukkan dengan tidak terbentuknya ikatan kovalen antar komponen-komponennya baik sebelum maupun sesudah biodegradasi. Poliblend yang dihasilkan cukup baik dibuktikan dengan uji tarik yang memperlihatkan bahwa poliblend lebih kuat dibanding dengan pp murni.

Bakteri *B. subtilis* dan *C. botulinum* mampu mendegradasi poliblend yang dibuat, hal ini terbukti dari analisis uji tarik menunjukkan adanya penurunan kekuatan poliblend dan terdegradasinya polimer pp dengan ditunjukkannya berat molekul yang makin kecil serta penurunan titik leleh dengan DTA.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada PT Indofood Sukses Makmur Bogasari Flour Mills yang telah membiayai penelitian ini melalui Bogasari Nugraha V 2002, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cowd, M.A., 1991, *Kimia Polimer*, Terjemahan Harry Firman, ITB, Bandung.
2. Fried, J.R., 1995, *Polymer Science and Technology*, Pentice-Hall Inc, New Jersey, USA.
3. Sutiani, Ani, 1997, Biodegradasi Polibland Polistiren-Pati, Tesis, Jurusan Kimia ITB, Bandung.
4. Leisinger, T., dan Brunner, W., 1986, *Poorly Degradable Substance*, Biotechnology, Jhon Wiley and Sons, New York, USA.
5. Nakatasuka, S., dan Andraday, A.L., 1992, Thermogravimetric Determination of Starch Content in Starch Polyethylene Blend Film, *Jurnal of Apolipropilenlied Polymer Science*, 45, 1881-1887
6. Desnelli, 1999, *Biodegradasi Polibland Polistiren-Pati*, Tesis, Jurusan Kimia ITB, Bandung.
7. Scanabel, W., 1981, *Polymer Degradation: Principles and Practical Application*, Macmillan Publishing Co., new york, USA
8. Pelczar and Chan, 1986, Degradation of Polyethylene-Starch in Soil, *Journal of Applied Polymer Science*, John Willey & Sons, New York, 42, 2691-2701.
9. Ciawi, 1996, *Pengaruh Komposisi Minyak Kelapa Sawit Terepoksidasi terhadap Plastisitas Polivinil Klorida*, Tesis Magister, Jurusan Kimia ITB, Bandung.
10. Sudjadi, 1983, *Penentuan Struktur Senyawa organik*, Penerbit Ghalia Indonesia.
11. Rabek, J.F., 1980, *Experimental Methods of Polimer Chemistry*, Jhon Wiley and Sons, New York, USA.
12. Hartomo, A.J., 1991, *Penentuan Analisa Polimer Aktual*, penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
13. Seymour, R.B., and Charles E. Carraher, JR., 1992, *Polymer Chemistry An Introduction*, Third Edition, Marcel Dekker Inc, New York