



**PEMANFAATAN SELULOSA MIKROKRISTAL DARI TANDAN KELAPA
(*Cocos nucifera L*) SEBAGAI PENGISI PLASTIK POLIPROPILENA YANG
TERBIODEGRADASIKAN**

Poppy Syahfria, Yugia Muis, Basuki Wirjosentono
poppysyahfria@yahoo.co.id
Universitas Sumatera Utara

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang penggunaan dalam pembuatan komposit biodegradabel dengan pengisi mikrokrystal selulosa yang bersumber dari tandan kelapa (*Cocos Nucifera L*) dan polipropilena. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit biodegradabel yang memiliki sifat terbaik dan sesuai dengan SNI 7188.7:2011 adalah dengan perbandingan PP dan MCC pada perbandingan 80% : 20% dimana mempunyai sifat mekanis yang paling maksimum dimana harga kekuatan tarik 25,722 N/m² dan kemuluran 5,292%. Sedangkan pada perbandingan 70% : 30% harga kekuatan tarik 15,753 N/m² dan kemuluran 3,760%. Dari uji DTA spesimen komposit PP : MCC (80:20) menunjukkan kenaikan temperatur leleh nya dari 62,65°C menjadi 62,85 °C dan kenaikan temperatur dekomposisi nya dari 376,28 °C menjadi 342,67 °C. Laju persentase biodegradasi yang paling tinggi yakni pada komposit biodegradabel dengan perbandingan 80 : 20 yaitu pada tanah kompos sebesar 2,668%. Dan dari hasil FTIR menunjukkan bahwa setelah biodegradasi terlihat kenaikan gugus (O-H) pada peak 3445cm⁻¹ dan kenaikan gugus (>C=O) pada peak 1730 cm⁻¹.

Kata kunci: *MCC, Composite Polymer, Biodegradable*

1. Pendahuluan

Menurut Hartono (1998) komposisi sampah atau limbah plastik yang dibuang oleh setiap rumah tangga adalah 9,3% dari total sampah rumah tangga. Di Jabodetabek rata-rata setiap pabrik menghasilkan satu ton limbah plastik setiap minggunya. Jumlah tersebut akan terus bertambah disebabkan sifat-sifat yang dimiliki oleh plastik, antara lain tidak membusuk, tidak terurai secara alami, tidak dapat menyerap air maupun tidak berkarat yang pada akhirnya menjadi masalah bagi lingkungan kita, dan tidak dapatnya mikroorganisme yang terdapat di lingkungan untuk merombak dan menguraikan plastik. Informasi mengenai kemampuan lingkungan dalam menerima, merombak, dan menguraikan plastik sangat dibutuhkan saat ini. Pengembangan bahan plastik biodegradabel

merupakan alternatif untuk memecahkan masalah penanganan sampah plastik. Produksi bahan plastik biodegradabel mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya kelestarian lingkungan (Pranamuda, 2011).

Tanaman kelapa merupakan jenis tanaman tropik. Tanaman ini dapat tumbuh baik di wilayah dengan iklim panas seperti di Amerika, Asia dan sebagian di Afrika. Tanaman kelapa mudah ditemui hampir di seluruh wilayah Nusantara, Kesemua bagian pohon kelapa berguna kecuali kemungkinannya bagian akar. Ohwoavworhua and Adalakun (2005) meneliti bahwa mikrokristalin selulosa umumnya dipakai sebagai bahan pengisi dan pengikat pada tablet obat karena kemampuan mengikatnya yang sangat baik sebagai *dry binder*. Pemilihan tandan kelapa (*Cocos Nucifra L.*) sebagai bahan pembuatan mikrokristal selulosa adalah karena dilihat dari diameter dan panjangnya serat tandan kelapa merupakan serat multiseluler, memiliki % lignin dan % selulosa yang tinggi sehingga membuat serat menjadi kuat dan kaku (Thomas et al, 1998) dan merupakan serat terorientasi.

Penggunaan maleat anhidrat sebagai *copling agent* dengan alasan bahwa kehadiran anhidrida maleat sebagai senyawa penghubung dapat meningkatkan adhesi antarmuka antara tepung kayu dan matriks pp dan membawa enkapsulasi yang lebih baik dari partikel kayu oleh plastik yang akibatnya menghasilkan modulus lentur tinggi (Behzad Kord, 2011). Perubahan sifat fungsional dari polipropilena (baik yang berstruktur ataktik maupun isotaktik) akan menghasilkan hasil yang efektif untuk meningkatkan sifat kepolaran dari polipropilena (Zhang, 2005).

Benzoil Peroksida merupakan senyawa peroksida yang berfungsi sebagai inisiator dalam proses polimerisasi dan dalam pembentukan ikatan silang berbagai polimer dan materialnya. Senyawa peroksida ini dapat digunakan sebagai pembentuk radikal bebas. Peroksida akan membentuk radikal yang memicu reaksi pengikat persilangan (Al Malaika, 1997). Mekanisme penempelan gugus fungsi pada matriks polipropilena melalui pembentukan radikal pada atom C tersier dengan adanya inisiator Benzoil Peroksida maka atom H terlepas dan

terbentuk radikal , selanjutnya akan berinteraksi melalui gugus vinil asam akrilat (Al Malaika, 1997).

2. Metode dan Pembahasan

Tahapan yang pertama yang dilakukan adalah pemisahan -selulosa dari serat tandan kelapa dilakukan dengan metode Okhamafe yang kemudain di hidrolisa dengan HCl 2,5 N untuk memperoleh mikrokrystal selulosa. Tahapan kedua adalah membuat larutan campuran PP-BPO-MCC-MA dan dimurnikan dengan metode refluks dalam pelarut xilena. Tahap ketiga adalah pembuatan film yang dilakukan dengan metode kempa tekan pada suhu 160°C dengan menggunakan benzoil peroksida sebagai inisiator/zat pendegradasi, polipropilena tergrafting maleat anhidrida.

2.1 Proses Delignifikasi

Sebanyak 75 gram serat tandan kelapa dimasukkan ke dalam labu reaktor, kemudain ditambahkan 1 liter campuran asm nitrat 3,5% dalam 0,1 gram natrium nitrit, dicelupkan dalam penangas air pada suhu 90°C selama 2 jam. Dicuci dengan akuades sampai netral. Selanjutnya didigesti dengan 500 ml larutan yang mengandung natrium hidroksida 2% dan 500 ml natrium sulfit 2% pada suhu 80°C selam 1 jam, disaring dan dicuci sampai netral.

2.2 Proses Hidrolisa

Selanjutnya dilakukan pemutihan dengan 500 ml larutan natrium hipoklorit 1,75% pada suhu mendidih selama 30 menit. Setelah itu dilakukan pemurnian alfa selulosa dari sampel dengan 500 ml larutan natrium hidroksida 17,5 % pada suhu 80°C selama 30 menit. Kemudian disaring dan dicuci hingga netral. Dilanjutkan dengan pemutihan dengan 500 ml larutan natrium hipoklorit 1,75 % pada suhu mendidih selama 15 menit, kemudian disaring dan dicuci dengan aquades dan dikeringkan pada suhu 60°C selam 3 jam kemudian ditimbang.

2.3 Pembuatan Selulosa Mikrokrystal

Serbuk alfa selulosa sebanyak 10 gram dihidrolisis dengan larutan asam klorida 2,5 N kemudian direfluks pada suhu mendidih selama 15 menit. Kemudian dilakukan pencucian dengan aquades sampai netral, kemudian dikeringkan dalam lemari pengering selama 24 jam pada suhu 60°C, kemudian dihaluskan dan diayak dengan 100 mesh, kemudian ditimbang.

Selanjutnya mikrokrystal yang diperoleh dikarakterisasi sifat fisiko-kimianya yakni: pengujian FTIR, DTA, XRD dan pengujian mikroskopik dengan SEM (Ohwoavrhua dan Adalakun, 2005).

2.4 Pembuatan Bahan Komposit

Matriks PP disiapkan dengan melarutkannya kedalam xylene. Pencampuran PP dan MCC dengan penambahan benzoil peroksida (BPO) dan asam maleat anhidrida (MAH) digunakan dengan menggunakan metoda refluks dengan pelarut xylene pada suhu 175°C selama 15 menit. Perbandingan antara PP dan MCC adalah 100 : 0, 90 : 10, 80 : 20, 70 : 30, 60 : 40, 50 : 50 (%). MAH yang diberikan adalah 3 % dari berat campuran (sebanyak 10 ml dalam larutan xylene) sedangkan BPO yang diberikan adalah 1 % dari berat MAH yang ditambahkan (sebanyak 10 ml dalam larutan xylene). Kemudian dicetak sampel pada alat hotpress dan dibiarkan selama 5 menit.

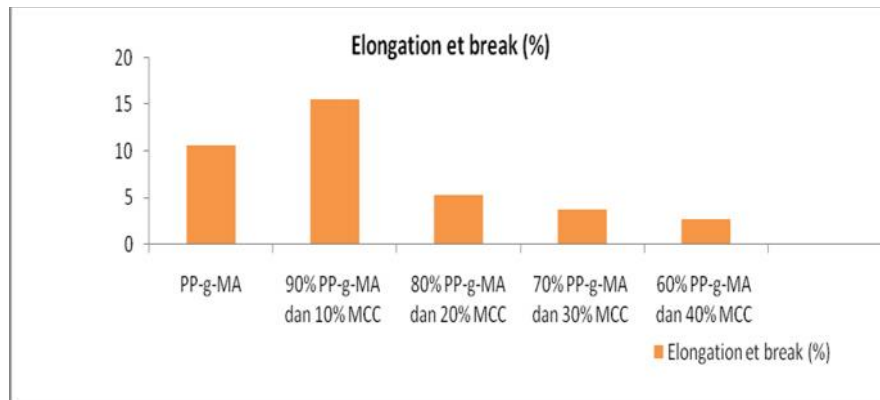
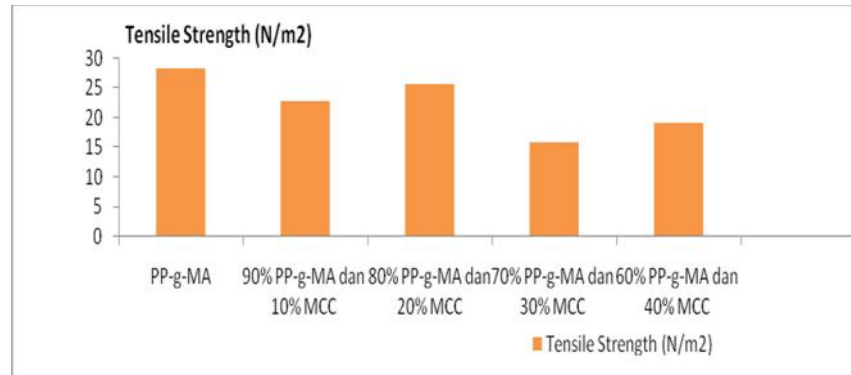
2.5 Uji Biodegradasi

Analisa biodegradasi dari film yang dihasilkan dilakukan secara *in vivo* yang didasarkan pembuatan kompos yaitu dengan cara yaitu dipotong film dengan ukuran (3 x 3) cm. Dikubur dalam tiga jenis tanah (tanah berpasir, tanah kebun dan tanah sampah). Penguburan dalam tanah dilakukan selama satu bulan dengan pengamatan setiap 10 hari.

2.6 Uji Tarik

Dari hasil penelitian ini didapatkan data analisa kekuatan tarik dan kemuluran dari spesimen PP-g-MA MCC dengan berbagai variasi komposisi

dan massa adalah, berikut adalah grafik Grafik *Tensile Strength* (N/m^2) dari Komposit PP-g-MA MCC.

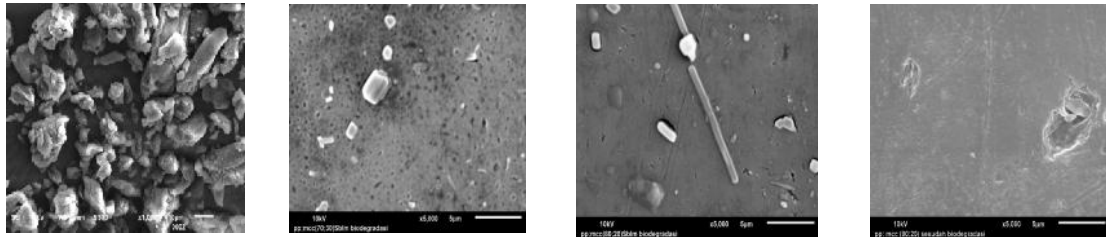


Dari grafik diatas terlihat bahwa pada perbandingan PP-g-MA 90:10 harga Tensile Strength mengalami peningkatan dan kemudian turun kembali pada perbandingan PP-g-MA 80:2, hal ini disebabkan karena makin banyak MCC yang ditambahkan sebagai bahan pengisi menyebabkan ketidakhomogenan pada komposit yang menyebabkan terjadinya agregasi sehingga sifat mekanik dari komposit menurun.

2.7 Uji SEM

Hasil foto SEM pada permukaan MCC terlihat permukaan yang homogen dan terdapat pori-pori pada permukaan film yang berasal dari MCC yang ditambah PP-g-MA. Dari gambar hasil SEM dapat dilihat bahwa mikrokristal selulosa yang ditambahkan tersebar secara merata pada permukaan komposit biodegradabel yang dihasilkan. Interaksi yang terjadi keduanya merupakan

interaksi kimia dan fisika yaitu pencampuran dua bahan dan interaksi kimia yaitu terjadinya ikatan struktur antara PP-g-MA dan mikrokrystal selulosa.



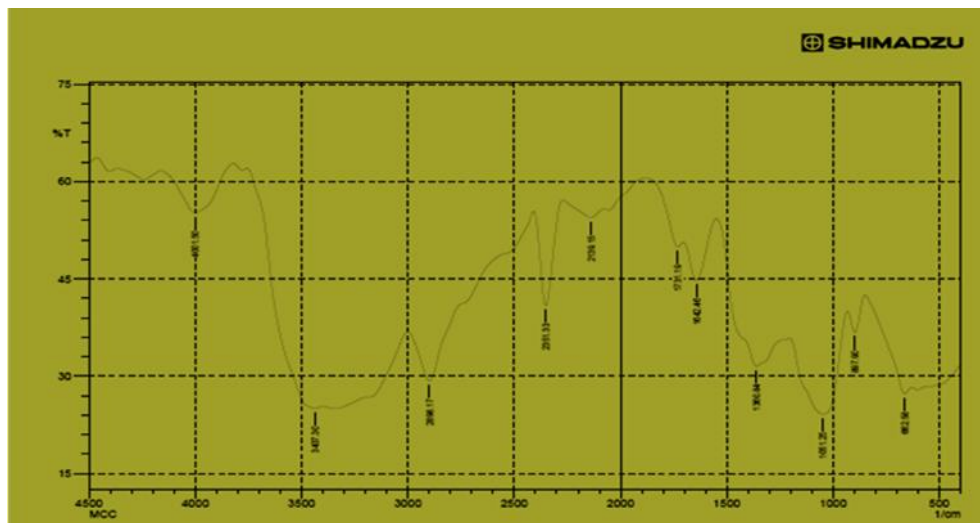
(a) (b) (c) (d)

Keterangan gambar :

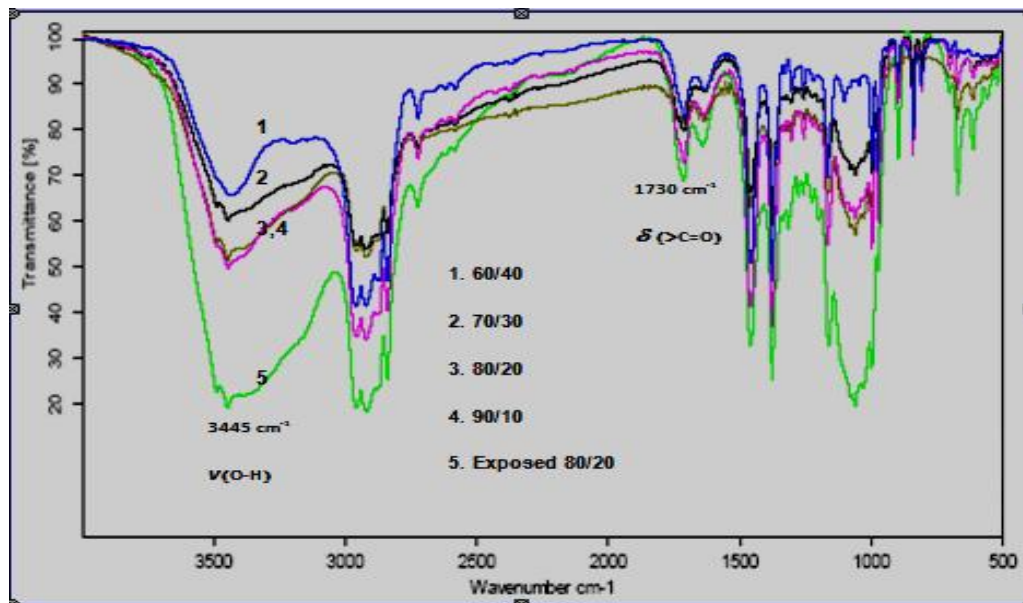
- (a) Foto SEM MCC
- (b) SEM PP:MCC (70:30) Sebelum Biodegradasi
- (c) SEM PP:MCC (80:20) Sebelum Biodegradasi
- (d) SEM PP:MCC (80:20) Sesudah Biodegradasi

Hasil foto SEM pada permukaan MCC terlihat permukaan yang homogen dan terdapat pori-pori pada permukaan film yang berasal dari MCC yang ditambah PP-g-MA. Dari gambar hasil SEM dapat dilihat bahwa mikrokrystal selulosa yang ditambahkan tersebar secara merata pada permukaan komposit biodegradabel yang dihasilkan. Interaksi yang terjadi keduanya merupakan interaksi kimia dan fisika yaitu pencampuran dua bahan dan interaksi kimia yaitu terjadinya ikatan struktur antara PP-g-MA dan mikrokrystal selulosa.

2.8 Uji FTIR



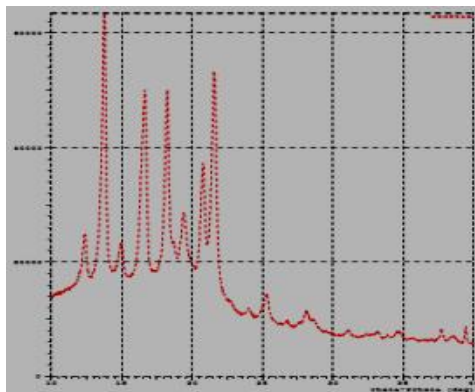
Pada hasil spektra FTIR dari MCC terlihat Gugus O-H bebas dengan bilangan gelombang $4001,50\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan rantai CH_2OH yang khas untuk selulosa dan O-H ikatan hidrogen dengan bilangan gelombang $3437,30\text{ cm}^{-1}$ sebagai data pendukung. Serta adanya uluran C-H pada bilangan gelombang $2898,17\text{ cm}^{-1}$ yang membuktikan adanya ikatan C-H pada ujung struktur selulosa dan C-O Karbonil pada bilangan gelombang $1380,84\text{ cm}^{-1}$ yang juga merupakan gugus khas selulosa yang didukung dengan daerah sidik jari $897,90\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan rantai cincin siklik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat senyawa selulosa pada spektra yang ditampilkan.



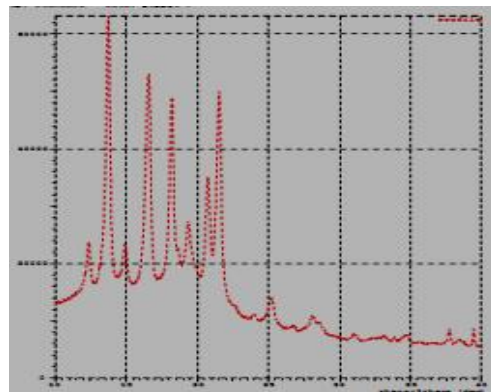
Dalam grafik terlihat adanya perubahan intensitas peak dari setiap perbandingan komposisi PP dan MCC yang divariasikan. Terutama pada hasil spektrum exposed 80:20 terlihat peak dengan intensitas yang sangat kuat pada bilangan gelombang 3445 cm^{-1} pada gugus (O-H). Kenaikkan intensitas serapannya ini menandakan adanya mikroorganisme yang terlibat dalam proses biodegradasi komposit plastik biodegradabel yang dihasilkan. Dan peak dengan intensitas sedang pada bilangan gelombang 1730 cm^{-1} pada gugus (>C=O).

Tahap utama degradasi adalah pemutusan rantai utama membentuk fragmen-fragmen dengan berat molekul rendah (oligomer) yang dapat diasimilasi oleh mikroba. Berdasarkan uraian tersebut, dapat dilihat degradasi secara penanaman lebih cepat karena semua faktor yang memicu terjadinya degradasi terdapat di lingkungan luar. Penurunan berat molekul terutama disebabkan oleh pemutusan rantai secara hidrolisis atau oksidatif. Hidrolisis terjadi menggunakan lingkungan air dengan penambahan enzim atau pada kondisi non-enzimatis. Dalam hal ini, autokatalisis, panas, atau logam katalis juga menyebabkan hidrolisis. Pemutusan oksidatif terutama karena adanya oksigen, logam katalis, sinar UV, atau enzim.

2.9 Uji XRD



a. Sebelum Biodegradasi



b. Setelah Biodegradasi

Pada kedua gambar XRD perbandingan spesimen pada saat sebelum mengalami biodegradasi dan sesudah mengalami biodegradasi terlihat bahwa *angle* (2θ) mengalami penurunan, sedangkan *d-value* nya mengalami kenaikan. Hal ini menunjukkan bahwa pada komposit yang pertama mengalami penguraian adalah mikrokristal selulosanya.

Sedangkan berdasarkan data penurunan massa komposit kemasan plastik biodegradabel yang terurai di alam dengan uji biodegradabel menunjukkan laju persentase biodegradasi dari kemasan biodegradabel yang paling tinggi yakni pada komposit biodegradabel dengan perbandingan 70 : 30 PP-g-MA dan MCC

yaitu pada tanah kompos sebesar 9,032%. Dan pada perbandingan 80 : 20 PP-g-MA dan MCC sebesar 2,668 %. Hasil laju persentase ini lebih baik dibandingkan dengan laju persentase biodegradasi dengan bahan pengisi -selulosa dari ampas tebu yang hanya memberikan laju persentase biodegradasi sebanyak 0,0846 % (Hidayani, 2012).

Pada uraian di atas dengan membandingkan berbagai sifat kimia dan fisika dari komposit biodegradabel yang dihasilkan, didapatkan komposisi optimum campuran dengan hasil yang paling optimum yaitu pada campuran PP-g-MA dan MCC dengan perbandingan 80 : 20.

3. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Komposit biodegradable PP dan MCC pada perbandingan 80% : 20% mempunyai sifat mekanis yang paling maksimum dimana harga kekuatan tarik 25,722 N/m² dan kemuluran 5,292%.
2. Laju persentase biodegradasi dari kemasan biodegradabel yang paling tinggi yaitu pada komposit biodegradabel pada perbandingan 80 : 20 PP-g-MA dan MCC sebesar 2,668 %.

4. Daftar Pustaka

1. Abubakar, 2009.” *Biodegradasi Bahan Komposit Polipropilena Dengan Pengisi Serat Limbah Padat (Fibre Recovery) Dari Pabrik Pulp dan Kertas*. Tesis: FMIPA USU.
2. Al Malaika. 1997. “*Reaktif Modifier of Polimer*” . Blackie Academic and Professional. London.
3. Benzad, Kord. 2011. “*Influence of Maleic Anhydride on Flour reinforce Polypropylene Composite*”. World Applied Science journal 12 (7) ; 1014-1016.
4. Hartono, A. C. K., 1998. “*Daur Ulang Limbah Plastik dalam Pancaroba. Diplomasi Ekonomi dan Pendidikan*” . Dana Mitra Lingkungan . Jakarta.

5. Hidayani, Tengku Rahmi., 2012. “*PembuatanN Komposit Biodegradable dari -selulosa ampas tebu Bz 132 (Saccharum officinarum) dan Polipropilena dengan Menggunakan Polipropilena Tergrafting Maleat Anhidra dan Divinil Benzena Sebagai Agen Pengikat Silang*”. Tesis. FMIPA USU.
6. Kalia, Susheel., Dufresne, Alain., Cherian, Bibin Mathew., Kaith, B.S.,Averous, Luc., Njuguna, James., Nasiopoulos, Elias. “*Cellulose-Based Bio- and Nanocomposites: A Review*”. International Journal of Polymer Science Volume 2011, Article ID 837875. 35 pages.
7. Kazakova, E.G., and demin, V.A. 2009. “ *A New Procedure for Preparing Microcrystalline Cellulose*”. Russian Journal of Applied Chemistry, Vol. 82, No.3, pp. 496-499.
8. Ohwoavworhua, F.O., Adelakun, T.A. 2005.” *Some physical Characteristic of Microcrystalline Cellulose Obtained from Raw Cotton of Cochlospermum Planchonii*”. Tropical Journal of Pharmaceutical research, 501-507.
9. Ohwoavworhua, F.O., Adelakun, T.A. 2005.” *Phosphoric Acid-Mediated Depolymerization and Decrystallization ofLOW Crystallinity Cellulose and Some Physicochemical Properties*”. Tropical Journal of Pharmaceutical research, 509-516
10. Pranamuda, H, 2011. “*Pengembangan Bahan Plastik Biodegradabel Berbahan Baku Pati Tropis*”. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi : Jakarta.
11. Thomas,G.V.,et al. 1998. ” *Evaluation of Lignocellulosic Biomass from Coconut Palm as Substrate for Cultivation of Pleurotus Sajar-Caju (Fr) Singer*”. Wood Journal of Microbiology and Biotechnology 14: 879-882.
12. Yakubu, A., Tanko, M.Umar., Sani, S.D. Mohammed. 2011. “*Chemical Modification of Microcrystalline Cellulose : Improvement of Barrier Surface Properties to Enhance Surface Interaction with Some Synthetic polymers for Biodegradable Packaging Material Processing and Application in Textile, Food and Pharmaceutical Industry*”. Pelagia Research Library, 2(6) : 532-540.
13. Zhang, F. 2005. “*Effect of Maleated Polypropylene on the Performance of Polypropylene/cellulose Composite*” .National Institute of Advanced Industrial Science and Technology : Takamatsu.