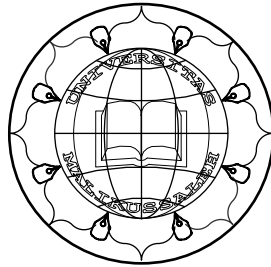


**LAPORAN
HIBAH PENELITIAN KERJASAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI
(HIBAH PEKERTI)**



**FABRIKASI MATERIAL MIKROKOMPOSIT DARI PLASTIK
DAUR ULANG MULTI KOMPONEN DENGAN PENGISI SERBUK
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN
METODE MELT BLENDING**

Tahun ke-1 dari rencana 2 tahun

Ketua/Anggota TPP:

**ZULNAZRI, S.Si, MT/0031127512
SURYATI, ST, MT/0023077002
SULHATUN, ST, MT/0013027202**

Ketua/Anggota TPM:

**Prof. Basuki Wirjosentono, MS, PhD
Dr. Halimatuddahlia, ST, M.Sc**

**UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
DESEMBER 2013**

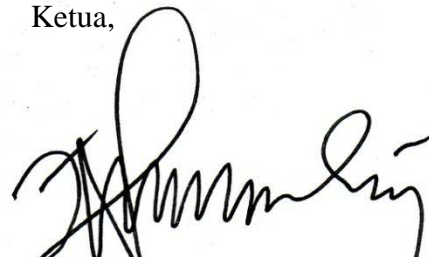
HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Fabrikasi Material Mikrokomposit dari Plastik Daur Ulang Multi Komponen dengan Pengisi Serbuk Tandan Kosong Kelapa Sawit menggunakan Metode Melt Blanding.

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Zulnazri, S.Si, MT
NIDN : 0031127512
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Teknik Kimia
Nomor Hp : 085283059515/0645-40550
Alamat Surel : zoelnazri@yahoo.co.id
Anggota (1) : 081269034134
Nama Lengkap : Suryati, ST,MT
NIDN : 0023077002
Perguruan Tinggi : Universitas Malikussaleh
Anggota (2) :
Nama Lengkap : Sulhatun, ST,MT
NIDN : 0013027202
Perguruan Tinggi : Universitas Malikussaleh
Institusi Mitra :
Nama Institusi Mitra : Universitas Sumatera Utara
Alamat : Jl. Bioteknologi No.1, Kampus USU, Medan
Penanggung Jawab : Prof. Basuki Wirjosentono, MS, PhD
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke-1 dari rencana 2 tahun
Biaya tahun berjalan : Rp. 67.500.000
Biaya keseluruhan : Rp.


Mengetahui,
Ketua LPPM,
Yulius Darma, S.Ag, M.Si
NIP 197207132002121005

Lhokseumawe, 30 Desember 2013
Ketua,


Zulnazri, S.Si, MT
NIP 197512312006041002

RINGKASAN

Limbah termoplastik merupakan limbah polimer jenis plastik yang tidak mudah diuraikan secara biologis oleh mikroorganisme pengurai, tidak dapat menyerap air dan tidak dapat berkarat, sehingga penumpukan limbah plastik di lingkungan hidup terus bertambah seiring dengan bertambahnya kebutuhan manusia. Namun limbah plastik ini dapat didaur ulang atau dibentuk kembali dengan cara pemanasan. Jenis plastik ini diantaranya Polipropilen (PP), Polietilen (PE), Polietilen Tereftalat (PET), High Density Polietilen (HDPE), Low Density Polietilen (LDPE) dan lain-lain. PET, PP dan PE adalah jenis yang banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari diantaranya sebagai kemasan botol plastik, ember plastik, kantong plastik, suku cadang kendaraan bermotor, bahan elektronik, peralatan rumah tangga dan lain sebagainya yang sifatnya *disposable*.

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan ampas dari buah segar kelapa sawit yang memiliki serat yang kuat dan tidak mudah membusuk, jika digunakan sebagai bahan pengisi dalam komposit maka serat ini akan bertambah awet dan bertahan lama dikarenakan sudah tertutupi oleh plastik sehingga tidak dapat masuknya mikroorganisme pembusuk, disamping itu juga sudah dibasahi dengan bahan kimia (*wetting agent*) sehingga serat tersebut tetap awet. TKS yang dipakai sebagai filler dihaluskan dalam ukuran mikrometer.

Dalam penelitian ini dilakukan pengolahan terhadap limbah termoplastik dari jenis PP, HDPE dan LDPE yang terdapat dari berbagai kemasan plastik bekas, material-material ini di crusher dan dilelehkan dengan menggunakan pelarut xilena kemudian dimixing secara homogen dengan filler yang berupa TKKS dalam bentuk ukuran mikrometer, selanjutnya dilakukan pengepresan dengan menggunakan *hot press* dengan kondisi temperatur dikondisikan sesuai dengan kebutuhan. Selanjutnya dilakukan karakterisasi terhadap kualitas material mikrokomposit diantaranya uji tarik statis, analisis permukaan (*fractografi*), analisis sifat-sifat termal dan analisis gugus fungsi dengan spektroskopi Fourier Transform Infra Red (FT-IR).

Kata Kunci: termoplastik, filler, TKKS, komposit, karakterisasi.

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan petunjuk dan rahmat-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini yang berjudul: “Fabrikasi Material Mikrokomposit dari Plastik Daur Ulang Multi Komponen dengan Pengisi Serbuk Tandan Kosong Kelapa Sawit menggunakan Metode Melt Blanding” dengan baik. Selanjutnya shalawat dan salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa ummatnya dari alam kebodohan kepada alam yang berilmu pengetahuan.

Penelitian ini merupakan penelitian HIBAH PEKERTI, untuk meningkatkan kerjasama antara dosen Universitas Malikussaleh yang merupakan Tim Peneliti Pengusul, TPP dan Universitas Sumatera Utara yang bertindak sebagai Tim Peneliti Mitra, TPM. Dengan adanya penelitian ini diharapkan terjalinnya hubungan kerjasama yang baik antara kedua perguruan tinggi, untuk peningkatan mutu hasil penelitian.

Ucapan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Dr. Apridar, SE, MSi, sebagai Rektor Universitas Malikussaleh.
2. Bapak Prof. DR. dr. Syahril Pasaribu, D.T.M. & H, M.Sc, C.T.M, Sp.AK sebagai Rektor USU.
3. Bapak Dr. Sutarman, M.Sc. sebagai Dekan FMIPA USU.
4. Bapak Prof. Basuki Wiryosentono, MS, Ph.D sebagai Ketua TPM.
5. Ibu Dr. Halimatuddahlianam sebagai Anggota TPM.
6. Bapak Direktur Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Ditjen Dikti Kemdikbud RI atas dukungan dana melalui Program Penelitian Hibah PEKERTI Tahun Anggaran 2013 kepada penulis.
7. Seluruh Staff Pengajar, Karyawan dan Mahasiswa FMIPA USU dan Teknik Kimia Unimal, yang telah banyak membantu dan memberikan motivasi kepada penulis.

Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu saran yang korektif sangat penulis harapkan dari semua pihak untuk perbaikan pada masa yang akan datang.

Lhokseumawe, Desember 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR/ILUSTRASI	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
DAFTAR ISI	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Lingkup Penelitian	3
1.3 Permasalahan	4
1.4 Penyelesaian Masalah	
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Komposit	6
2.2 Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Filler	7
2.3 Polipropilena sebagai matriks	8
2.4 Low densiti polietilena (LDPE)	10
2.5 High densiti polietilen (HDPE)	10
2.6 Teknik yang terdapat dalam pembuatan komposit	11
2.7 Karakterisasi dan pengaruh perlakuan terhadap komposit	15
BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	17
3.1 Tujuan Penelitian	17
3.2 Manfaat Penelitian	17
BAB 4 METODE PENELITIAN	18
4.1 Waktu dan tempat	18
4.2 Alat dan bahan	18
4.3 Prosedur Kerja	19
4.4 Diagram alir	23
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN	30
5.1 Hasil pengamatan	30
5.2 Uji Tensile strength	34
5.3 Uji gugus Fungsi dengan FT-IR	37
5.4 DSC dan SEM	39
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	45
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	30

DAFTAR TABEL

	Halaman	
Tabel 2.1	Komposisi Kimia TKKS	6
Tabel 2.2	Parameter fisik TKKS	7
Tabel 2.3	Kandungan Selulosa limbah biomassa agroindustri	7
Tabel 2.4	Karakteristik geometri polisakarida dari beberapa sumber	10
Tabel 2.5	Sifat fisik LDPE dan HDPE	11

DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 2.1	Struktur polimer lignoselulosic biomass	6
Gambar 2.2	Struktur polipropilena	9
Gambar 2.3	Sebuah model bola dan ranting polipropilena sindiotatik	9

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Plastik dan polimer banyak digunakan di berbagai sektor kehidupan. Hampir setiap produk menggunakan plastik sebagai kemasan atau sebagai bahan dasar. Setiap tahun sekitar 100 juta ton plastik diproduksi dunia untuk digunakan di berbagai sektor industri. Dan kira-kira sebesar itulah sampah plastik yang dihasilkan setiap tahun.

Sesuai perkiraan Industri Plastik dan Olefin Indonesia (INAPlas) disebutkan, kebutuhan plastik masyarakat Indonesia di tahun 2002 sekira 1,9 juta ton kemudian meningkat menjadi 2,1 juta ton di tahun 2003. Sementara kebutuhan plastik dalam negeri di tahun 2004 diperkirakan mencapai 2,3 juta ton. Ini berarti sudah berpuluh-puluh ton plastik yang telah diproduksi dan digunakan masyarakat. Plastik telah menjadi kebutuhan hidup yang terus meningkat jumlahnya.

Plastik yang digunakan saat ini merupakan polimer sintetik, terbuat dari bahan kimia yang tidak dapat terdegradasi mikroorganisme di lingkungan. Plastik yang menumpuk di tempat pembuangan akhir (TPA) dan tempat pembuangan sementara (TPS) di seluruh daerah di Indonesia menyebabkan rusaknya lingkungan. Plastik sangat berpotensi menjadi material yang mengancam kelangsungan makhluk hidup di bumi ini.

Usaha mengurangi pencemaran lingkungan dapat dilakukan dengan mendaur ulang plastik. Caranya adalah dengan depolimerisasi sampah plastik jenis tertentu menjadi produk lain, misalnya jenis *polyethylene terephthalate (PET)* menjadi asam *terephthalate* dan *ethylene glycol* untuk membuat *fiber*, bahan *moulding*, dan kaleng plastik. Atau mendaur ulang jenis *high-density polyethylene (HDPE)*, yang biasanya dipakai untuk kemasan susu dijadikan botol plastik, mainan, pipa, dan produk lain (Martaningtyas 2004).

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS), belum digunakan sebagai bahan yang bernilai ekonomi, dan menimbulkan masalah pencemaran lingkungan. TKKS yang dihasilkan lebih dari 250 ton per hari, yang berasal dari penggilingan (*mill*) minyak kelapa sawit, selama ini menggunakan teknik insenerasi untuk penanganannya, padahal TKKS dapat digunakan sebagai sumber limbah yang dapat digunakan kembali. Di sisi lain penggunaan material termoplastik, seperti polipropilena (PP) sangat banyak dikonsumsi untuk pembungkus, seperti tas film, botol dan *container* untuk pembungkus bahan-bahan murah dalam kehidupan masyarakat modern.

Komposit termoplastik yang terbuat dari material lignoselulosa seperti kayu dan

selulosa pada saat ini sedang dikembangkan. Lignoselulosa sebagai *filler* memiliki banyak keuntungan dibandingkan inorganik *filler*, antara lain: densitas rendah, sifat *deformabilitas* besar, fleksibel, tidak menimbulkan panas pada peralatan selama proses, harga yang murah, dan berasal dari *renewable resources*. Termoplastik material dan filler dari serat tumbuhan prinsipnya merupakan material *incompatible*, karena perbedaan polaritas, sehingga perlu modifikasi proses seperti: *in situ crosslinking*, penambahan bahan penyerasi (*compatibilizer*) dan kopolimerisasi gugus fungsional pada polimer dan filler. (Basuki, et al., 2004). Beberapa bahan kimia yang dikembangkan untuk kompatibilitas antara kedua material adalah: *maleic anhydride modified-polypropylene*, *poly [methylene (polyphenyl isocyanate)]*, *poly (propylene-acrylic acid)* dan *silane*. (Rozman, et, al., 2002).

Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dapat digunakan sebagai filler untuk menghasilkan polipropilen komposit. Maksimum *tensile strength* dari komposit diperoleh bila kandungan filler 20% (berat) meskipun *elongasi* menunjukkan *trend* penurunan dengan peningkatan filler. Penambahan *acrylic acid* diperoleh kompatibilitas antara *filler* dan polipropilen. (Basuki et, al., 2004).

Reaksi *maleic anhydride* (MAH) dengan TKKS telah diobservasi dengan analisis FTIR menunjukkan sifat puncak MAH dalam filler TKKS. Komposit dengan *MAH-treated filler* menunjukkan sifat *flexural* dan *impact* yang tinggi. SEM menunjukkan sifat adhesi dan kompatibilitas yang baik antara TKKS dan PP matriks sebagai hasil modifikasi kimia menggunakan MAH. (Rozman,et, al., 2002).

Selulosa *treated* potensial digunakan sebagai filler termoplastik dibandingkan dengan TKKS *untreated* terhadap PP. Sifat *tensile* dan *flexural* dari selulosa *treated* lebih tinggi daripada TKS *untreated*. Sifat mekanik dari komposit ini meningkat dengan menggunakan *coupling* dan *bonding agent maleic anhydride grafted polypropylene* (MAPP) dan *multi functional acrylates* (MFA) untuk meningkatkan ikatan antara selulosa dan matriks polimer. (Khalid, et, al., 2007).

Pengolahan serat selulosa berpengaruh terhadap peningkatan sifat mekanik (*tensile strength, modulus of elasticity, hardness*) polimer komposit. Pengolahan dengan *agents* mengakibatkan hasil yang baik ikatan kimia dengan serat selulosa dalam meningkatkan sifat mekanik. *Immersi* dalam air komposit polimer berpengaruh terhadap sifat elektrik dari komposit. Sampel polimer komposit yang diolah dengan *selulosa treated* memberikan resistivity setelah imersi dalam air. Pengolahan serat selulosa dengan *agents* meningkatkan ikatan kimia (khususnya gugus amino) untuk mengembangkan sifat mekanik dan kimia polimer komposit yang berimersi dalam air. (Notingher, et, al., 2006).

Modifikasi proses dari polimer menggunakan teknik proses reaktif telah dilaporkan oleh beberapa peneliti. Hasil akhir dari modifikasi reaksi untuk meningkatkan kompatibilitas dari material polimer menggunakan *filler* lignoselulosa. Kekuatan *impact*, *dynamic fracture*, effect air pada sifat elektrik, sifat *flexural* dan *tensile* dari polimer polipropilen dengan penguat serat TKKS telah dilaporkan oleh beberapa peneliti ini. Dalam penelitian ini komposit PP, HDPE dan LDPE dan serat tks dalam ukuran mikro akan diuji lebih lanjut dengan menggunakan metode *melt blending* dalam aplikasinya untuk bahan furnitur.

1.2 Lingkup Penelitian

Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan dengan menggunakan filler fiber glass dalam bentuk *sandwich* yang dijadikan sebagai komposit. Bahan baku atau matrik yang digunakan pada penelitian sebelumnya adalah limbah plastik PE, PP dan PET, masing-masing bahan tersebut dijadikan komposit. Plastik ini merupakan kelompok termoplastik, dimana termoplastik merupakan kelompok plastik yang memiliki titik leleh dan dapat didaur ulang dengan cara pemanasan, plastik-plastik tersebut diambil dari kemasan air mineral bekas atau yang dipungut dari limbah plastik. Pemanfaatan kembali limbah plastik ini merupakan suatu upaya untuk meminimisasi limbah plastik dilingkungan hidup, plastik ini akan dijadikan sebagai matrik dalam pembuatan komposit yang memiliki kualitas yang tinggi.

Sedangkan pada penelitian ini dilakukan mixing terhadap material limbah termoplastik PP, LDPE dan HDPE dan filler yang digunakan adalah TKKS dalam bentuk ukuran mikrometer. Dari hasil penelitian sebelumnya produk komposit yang didapatkan dapat dijadikan sebagai bahan kebutuhan rumah tangga seperti piring plastik, bak penampung air, dan kemasan plastik lainnya. pada penelitian ini diharapkan produk yang diperoleh lebih meningkat kualitasnya sehingga dapat digunakan sebagai bahan substitusi kayu untuk perabot, dan interior perumahan.

1.3 Permasalahan

Beberapa permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah:

- Bagaimana pengolahan limbah serat alam dari tandan kosong kelapa sawit menjadi mikrofibril selulosa sebagai *filler* untuk peningkatan sifat bahan.
- Bagaimana kondisi operasi proses pengolahan yang tepat (jenis matriks, ukuran filler, perbandingan komposisi plastik dan filler).

- Bagaimana sifat-sifat komposit yang dihasilkan terhadap sifat yang dibutuhkan untuk bahan furnitur.

1.4 Penyelesaian masalah

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit dengan PP, LDPE dan HDPE sebagai matriks, dan limbah tandan kosong kelapa sawit sebagai *filler*. Limbah tkks ini berasal dari Industri pengolahan minyak kelapa sawit (CPO). Limbah padat TKKS sangat berpotensi digunakan sebagai bahan pengisi karena kandungan serat organik (selulosa, hemiselulosa, dan lignin). Ukuran pengisi sangat menentukan hasil dari komposit, karena semakin kecil ukuran partikel pengisi maka luas antar muka akan semakin besar sehingga interaksi semakin kuat dan sifat komposit semakin baik. Pengolahan TKKS berukuran mikrometer maka akan dapat meningkatkan sifat-sifat mekanik, sifat termal, morfologi permukaan, spektrum FTIR dan degradasi komposit tersebut.

Keserasian antara mikrofibril dari tks dengan PP, LDPE dan HDPE sangat rendah, hal ini disebabkan sifat kepolaran yang berbeda antara selulosa mikrofibril dari limbah TKKS dengan PP, LDPE dan HDPE. Dengan penambahan *plasticizer* akan dapat meningkatkan keserasian pada biokomposit, yang dapat dilihat pada sifat-sifat mekanik, sifat termal, morfologi permukaan, dan spektrum FTIR. Kelemahan ini dapat ditingkatkan dengan mencampur polimer bahan *reinforced* seperti antara lain dengan serat berukuran mikro tks.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

Komposit adalah suatu bahan dengan gabungan dua atau lebih komponen yang berbeda untuk menghasilkan sifat dan ciri-ciri spesifik, yang tidak dapat dicapai salah satu komponen tanpa dipadukan dengan bahan lainnya. Banyak contoh bahan komposit untuk aplikasi yang berbeda-beda, dalam penelitian ini digunakan plastik berpenguat, dimana unsur-unsur penguat atau bahan pengisi yang digunakan adalah serat TKKS dengan ukuran mikrometer. Serat-serat ini berbeda dengan partikel lain, bila diujarkannya akan memberikan sifat-sifat anisotropik pada produknya. Penguat yang demikian juga mempunyai pengaruh penting pada kekuatan retak komposit. Kekuatan ikatan antara berbagai komponen dalam komposit mempunyai pengaruh yang berarti pada sifat-sifatnya. (Kalpakjian 1984).

Banyak teknik yang digunakan dalam pembuatan komposit yang memadukan sifat-sifat yang diinginkan dari dua bahan. Disatu sisi, bahan dua fase juga merupakan komposit, tetapi secara umum komposit menyatakan suatu struktur yang terbuat dari dua bahan awal yang berbeda, dimana identitas keduanya terpertahankan sampai komponen terbentuk sepenuhnya (Schey 1987).

Komposit merupakan gabungan antara matrik dengan bahan pengisi (*interface*) yang memiliki sifat-sifat mekanis dan termal yang lebih bagus dari sifat dasar bahan tunggal. Matrik merupakan bahan dasar atau bahan utama dalam pembuatan komposit, sedangkan *Interface* merupakan bahan penguat yang dicampur atau dilapisi diantara matrik yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan daya tahan suatu bahan. *Interface* dapat berupa serbuk maupun serat, *interface* yang digunakan berupa serat buatan yaitu serat kaca (*fiber glass*). *Fiber glass* merupakan suatu serat buatan yang paling baik digunakan sebagai bahan *interface* karena tidak memiliki titik lebur yang sesungguhnya, serat ini menjadi lunak pada temperatur 2000°C, memiliki daya tahan yang lama, sehingga bila dilelehkan pada suhu tinggi bersama matrik, serat tersebut tidak ikut meleleh.

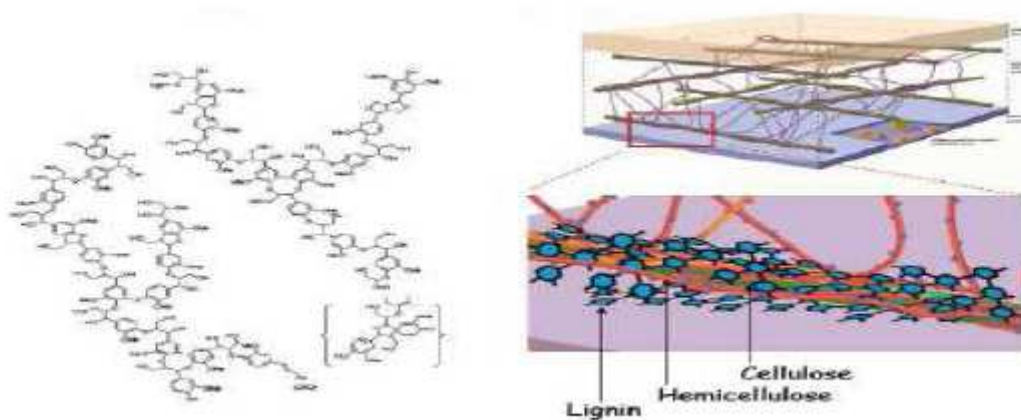
Jenis polimer termoplastik diantaranya Polipropilen (PP), Polietilen (PE), Polietilen Tereftalat (PET), High Density Polietilen (HDPE), Low Density Polietilen (LDPE) dan lain-lain. PET, PP dan PE adalah jenis yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari diantaranya sebagai kemasan botol plastik, ember plastik, kantong plastik, suku cadang kendaraan bermotor, bahan elektronik, peralatan rumah tangga dan lain sebagainya yang sifatnya *disposable* (Stevens, 1989).

2.2 Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Pengisi (*filler*)

TKKS memiliki karakteristik: *hidrofilik* (gugus hidroksil dalam selulosa, lignoselulosa dan hemiselulosa), sifat *adhesi interfacial* yang baik, dan ketahanan yang rendah terhadap *absorpsi moisture* bila lignoselulosa digunakan dalam komposit. Karena alasan ini serat lignoselulosa diolah dengan bahan kimia yang sesuai. (Rozman, et, al., 2002).

Dibandingkan dengan inorganik *filler* biodegradabel lignoselulosa *filler* memiliki densitas rendah, sifat *deformability* besar, sifat abrasif kecil, sifat *stiffness* tinggi, mengurangi *dermal* dan *iritic respiratory*, sifat termal yang baik, meningkatkan *recovery* energi dan murah. (Khalid, et, al., 2007).

Pada prinsipnya penyiapan *filler* ditujukan untuk mendapatkan serat dengan ukuran dan kadar air yang seragam. Makin halus serat semakin besar kontak permukaan antara *filler* dengan matriknya, sehingga produk menjadi semakin homogen. Akan tetapi bila ditinjau dari segi dekoratif, komposit dengan ukuran serbuk yang lebih besar akan menghasilkan profil yang lebih baik karena sebaran serbuk kayunya memberikan nilai tersendiri.



Gambar 2.1 Struktur polimer *lignocellulosic biomass* (Sumber Sutikno, 2009).

Komposisi kimia tks dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Komposisi Kimia TKKS

No.	Parameters (unit)	Value
1	Average fibre length (mm)	1.20
2	Outer fibre diameter (mm)	15.01
3	Fibre content (%)	72.67
4	Nonfibre content (%)	27.33
5	Mass density (Kg/m ³)	177.98

Sumber: Wirjosentono, B, 2004

Parameter tks dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Parameter fisik TKS

No.	Component	Concentration (%)
1	Ash content	6.04
2	Lignin content (solubility in aqueous sodium carbonate)	15.70
3	Solubility in alcohol-benzene	5.00
4	Solubility in cold water (30°C)	11.46
5	Solubility in hot water (100°C)	14.79
6	Solubility in aqueous sodium hydroxide 1%	31.17

Sumber: Wirjosentono, B, 2004

Kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin dalam beberapa limbah pertanian dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Kandungan selulosa limbah biomassa agro-industri

No	Kinds of Biomass	Component Content (%) of Biomass			Reference
		Cellulose	Hemi Cellulose	Lignin	
1	Rice straw	37.71	21.99	16.62	Dewi, 2002
2	Bagasse	52.70	20.00	24.20	Sansuri <i>et al.</i> , 2007
3	Oil palm empty bunch	45.80	26.00	-	Isroi, 2008

Sumber: Sutikno, 2009

Pada Tabel 2.4 dapat dilihat karakteristik geometri polisakarida nanokristal dari beberapa sumber tanaman dan hewan:

Tabel 2.4 Karakteristik geometri polisakarida nanokristal dari beberapa sumber: panjang (L), diameter (D) partikel yang diperoleh dari hidrolisis asam dari selulosa atau kitin

Nature	Source	L (nm)	D (nm)	Ref.	
Cellulose	Algal (<i>Valonia</i>)	>1000	10-20	(6)	
	Bacterial	100-several 1000	5-10 × 30-50	(7)	
	<i>Cladophora</i>	—	20 × 20	(8)	
	Cotton	100-300	5-10	(9)	
	Cottonseed linter	170-490	40-60	(10)	
	MCC	150-300	3-7	(11)	
	Sisal	100-500	3-5	(12)	
	Sugar beet pulp	210	5	(13)	
	Tunicin	100-several 1000	10-20	(14)	
	Wheat straw	150-300	5	(15)	
	Wood	100-300	3-5	(16)	
	Chitin	Crab shell	80-600	8-50	(17)
		<i>Riftia</i> tubes	500-10 000	18	(18)
Shrimp		50-300	5-70	(19)	
Squid pen		150-800	10	(20)	

Sumber: Dufresne A, 2007

2.3 Polipropilena Sebagai Matriks

Polipropilena merupakan plastik yang bersifat termoplastik, yaitu dapat dibentuk kembali dengan mudah dan diproses menjadi bentuk lain. Secara umum terdapat empat persyaratan agar suatu limbah plastik dapat diproses oleh suatu industri, antara lain limbah harus dalam bentuk homogen tertentu sesuai kebutuhan (biji, pellet, serbuk, pecahan), limbah harus homogen, tidak terkontaminasi, serta diupayakan tidak teroksidasi. Untuk mengatasi masalah ini, sebelum digunakan limbah plastik diproses melalui tahapan sederhana, yaitu pemisahan, pemotongan, pencucian dan penghilangan zat-zat seperti besi dan sebagainya.

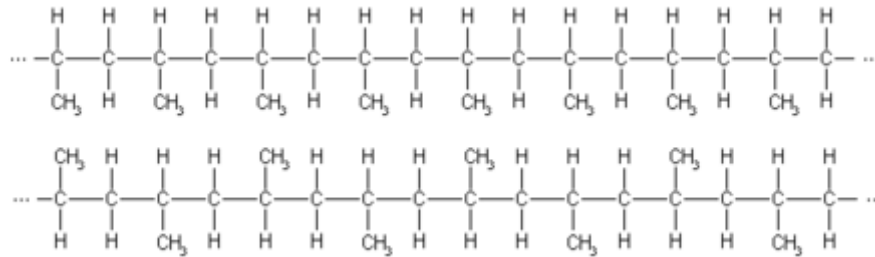
Setelah diperkecil ukuran, PP selanjutnya dipanaskan sampai titik lelehnya, kemudian diproses hingga berbentuk pellet. Sebelum digunakan sebagai matriks komposit dilakukan analisis termal diferensial (DTA). Pada proses dua tahap, pellet tersebut diblending terlebih dahulu dengan *coupling agent* yang berfungsi sebagai *compatibilizer* (penyerasi) dalam pembuatan komposit.

Kebanyakan polipropilena komersial merupakan isotaktik dan memiliki kristalinitas tingkat menengah di antara polietilena berdensitas rendah dengan polietilena berdensitas tinggi; *modulus young* nya juga menengah. Melalui penggabungan partikel karet, PP bisa dibuat menjadi liat serta fleksibel, bahkan di suhu yang rendah. Hal ini membolehkan polipropilena digunakan sebagai pengganti berbagai plastik teknik, seperti ABS. Polipropilena memiliki permukaan yang tak rata, seringkali lebih kaku daripada beberapa plastik yang lain, lumayan ekonomis, dan bisa dibuat *translusen* (bening) saat tak berwarna tapi tidak setransparan polistirena, akrilik maupun plastik tertentu lainnya. Bisa pula dibuat buram dan/atau berwarna-warni melalui penggunaan pigmen, polipropilena memiliki resistensi yang sangat bagus terhadap kelelahan (bahan).

Polipropilena memiliki titik lebur $\sim 160\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($320\text{ }^{\circ}\text{F}$), sebagaimana yang ditentukan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC). MFR (*Melt Flow Rate*) maupun MFI (*Melt Flow Index*) merupakan suatu indikasi berat molekulnya PP serta menentukan seberapa mudahnya bahan mentah yang meleleh akan mengalir saat pengolahan berlangsung. MFR PP yang lebih tinggi akan mengisi cetakan plastik dengan lebih mudah selama berlangsungnya proses produksi pencetakan suntik maupun tiup. Tapi ketika arus leleh (*melt flow*) meningkat, maka beberapa sifat fisik, seperti kuat dampak, akan menurun.

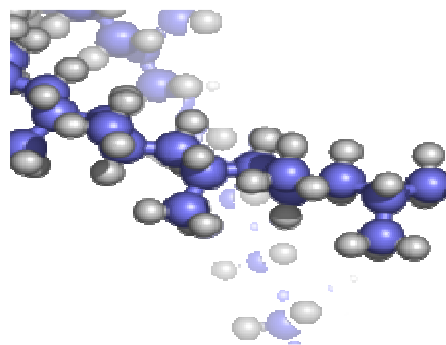
Ada tiga tipe umumnya PP: *homopolymer*, *random copolymer* dan *impact copolymer* atau kopolimer blok. Comonomer yang digunakan adalah etena. Karet etena-propilena yang ditambahkan ke homopolimer PP meningkatkan kuat dampak suhu rendahnya. Monomer

etena berpolimer acak yang ditambahkan ke homopolimer PP menurunkan kristalinitas polimer dan membuat polimer lebih tembus pandang.



Gambar 2.2 Struktur polipropilena

Ruas-ruas pendeknya polipropilena, menunjukkan berbagai contoh isotaktik (atas) dan taktisitas sindiotaktik (atas). Konsep yang penting untuk memahami hubungan antara struktur polipropilena dengan sifat-sifatnya adalah taktisitas. Orientasi relatifnya setiap gugus metil (CH₃ dalam gambar sebelah kiri) yang dibandingkan dengan gugus metil di berbagai monomer yang berdekatan punya efek yang kuat pada kemampuan polimer yang sudah jadi untuk membentuk kristal, sebab tiap gugus metil memakan tempat serta membatasi pelenturan/pelentukan tulang punggung (*backbone bending*).



Gambar 2.3. Sebuah model bola dan ranting polipropilena sindiotaktik.

Untuk menghasilkan polipropilena yang elastis, katalis yang menghasilkan polipropilena isotaktik bisa dibuat, tapi dengan gugus organik yang mempengaruhi taktisitas yang ditahan di tempat oleh sebuah ikatan yang relatif lemah. Setelah katalis menghasilkan polimer pendek yang mampu berkristalisasi, cahaya dengan frekwensi yang tepat digunakan untuk memecahkan ikatan yang lemah ini, serta menghilangkan selektivitas katalis sehingga panjang rantai yang tersisa adalah ataktik. Hasilnya adalah bahan yang pada umumnya amorf dengan kristal-kristal kecil tersisip di dalamnya. Karena salah satu ujung dari tiap rantai berada di dalam sebuah kristal sedang sebagian besar panjangnya berada dalam bentuk amorf dan lunak, maka wilayah kristalin punya kegunaan yang sama dengan vulkanisasi.

2.5 Low Density Polyetilen (LDPE)

Low Density Polyetilen (LDPE) merupakan polimer yang dibuat dari minyak bumi. Jenis polimer ini merupakan polimer pertama dari polietilen. *Low-Density Polyethylene* (LDPE) diproduksi di bawah tekanan tinggi dengan penambahan inisiator radikal bebas. LDPE memiliki kristalinitas yang lebih rendah dibandingkan dengan HDPE karena kemampuan yang lebih rendah pada saat *packing*.

Polimerisasi etilen dapat terjadi baik dalam tabung atau dalam reaktor *autoclave* berpengaduk. Panas reaksi yang diserap oleh umpan etilen dingin, sehingga akan terus mengalami pengadukan sehingga suhu reaksi seragam di seluruh bagian vessel dan mencegah *aglomerasi* dari polimer.

Dalam reaktor tubular, sejumlah panas reaksi terbuang melalui dinding tabung. Reaksi kondisi untuk polimerisasi radikal bebas dari etilen adalah 100-200°C dan 100°C -135°C atmosfer. Etilen dikonversi dan disimpan ke tingkat yang rendah (10-25%) untuk mengontrol panas dan viskositas. Namun, secara keseluruhan konversi dengan daur ulang akan menghasilkan produk lebih dari 95%.

Tingkat polimerisasi dapat dipercepat dengan meningkatkan suhu, konsentrasi inisiator, dan tekanan. Tingkat percabangan dan distribusi berat molekul tergantung pada temperatur dan tekanan. Kepadatan polimer yang lebih tinggi dan distribusi berat molekul yang lebih sempit dapat diperoleh dengan meningkatkan tekanan dan menurunkan suhu. Kristalinitas polimer dapat bervariasi pada beberapa hal dengan mengubah kondisi reaksi dan dengan menambahkan co-monomers seperti *vinyl asetat* atau *etil akrilat*. Kopolimer memiliki kristalinitas yang lebih rendah tapi lebih baik dalam hal fleksibilitas, dan menghasilkan polimer yang memiliki kekuatan yang lebih tinggi (Matar dan Lewis, 2000).

2.6. High Density Polietilen (HDPE)

High density polyethylene (HDPE) dihasilkan pada proses bertekanan rendah dalam reaktor *fluid-bed*. Katalis yang digunakan untuk HDPE umumnya dari jenis-Ziegler yaitu $(Al(C_2H_5)_3)$ dan $(\alpha-TiCl_4)$ kompleks) atau silica alumina yang dimodifikasi dengan oksida logam seperti kromium oksida atau molibdenum oksida. Kondisi reaksi umumnya ringan, tetapi reaksi HDPE berbeda dari satu proses ke proses yang lainnya. Etilen dan co-monomers diumpankan ke dalam reaktor *fluidized-bed* dimana partikel polimer berkembang. Suhu operasi dan tekanan reaktor tersebut adalah 100°C dan 20 atm. *Compressor* sentrifugal *stage-tunggal* berputar tetapi tidak mereaksikan etilen. Gas yang

berhembus menfluidisasi *bed* dan menghilangkan beberapa panas reaksi eksotermik. Produk dari reaktor dicampur dengan aditif dan kemudian dipelet. Modifikasi baru untuk proses fase gas telah ditelaah oleh Sinclair.

Polimerisasi etilen juga dapat terjadi pada sistem fasa-cair dimana pengencer hidrokarbon ditambahkan. Hal ini membutuhkan hidrokarbon untuk pemulihan sistem. *High density polyethylene* (HDPE) dapat dicirikan dengan adanya kristalinitas dan suhu leleh lebih tinggi daripada *Low density polyethylene* (LDPE) karena tidak adanya percabangan (Matar dan Lewis, 2000).

Tabel 2.3 Sifat fisik LDPE dan HDPE

Sifat Fisika	LDPE	HDPE
Titik Leleh(°C)	105-115	125-130
Derajat Kristalinitas(%)	65	85-95
Berat jenis (gr/cm ³)	0,91-0,92	0,95-0,96
Titik Lunak(°C)	105	124
Kuat Tekan (Kgf/cm ²)	144	245
Perpanjangan (%)	500	100
Hardness (Rockwell)	60	65
Tensile Strength	11-27	16-45

(Harper dan Charles, 1999)

2.7 Teknik Yang Terdapat Dalam Pembuatan Komposit

Pada dasarnya pembuatan komposit dapat dibuat melalui proses satu tahap, proses dua tahap maupun proses kontinyu. Pada proses satu tahap, semua bahan baku dicampur terlebih dahulu secara manual kemudian dimasukkan ke dalam alat pengadon (*kneader*) dan diproses sampai menghasilkan produk komposit.

Pada proses dua tahap bahan baku plastik dimodifikasi terlebih dahulu, kemudian bahan pengisi dicampur secara bersamaan di dalam *kneader* dan dibentuk menjadi komposit. Kombinasi dari tahap-tahap ini dikenal dengan proses kontinyu. Pada proses ini bahan baku dimasukkan secara bertahap dan berurutan di dalam *kneader* kemudian diproses sampai menjadi produk komposit. Umumnya proses dua tahap menghasilkan produk yang lebih baik dari proses satu tahap, namun proses satu tahap memerlukan waktu yang lebih singkat.

Tahap dalam pengadonan ini disesuaikan dengan proses yang digunakan, satu tahap, dua tahap atau kontinyu. Kondisi pengadonan yang paling berpengaruh dalam pembuatan komposit adalah suhu, laju rotasi dan waktu pengadonan.

Teknik Pencampuran

Pencampuran adalah operasi yang sangat penting bahkan dapat dikatakan fundamental, hampir pada setiap proses kimia. Pencampuran zat padat (*mixing*) dalam beberapa hal sangat serupa dengan pencampuran zat cair yang berviskositas rendah. Dalam kedua proses itu terjadi saling campur antara kedua komponen terpisah atau lebih, sehingga membentuk hasil yang agak seragam.

Namun perbedaan penting antara kedua proses-proses itu, pencampuran zat cair bergantung pada pembentukan arus aliran yang membawa bahan yang belum bercampur kedalam zona pencampuran disekitar pengaduk. Pada zat padat partikulat, arus demikian tidak bisa terjadi. Salah satu jenis pencampuran adalah blender tromol kembar (*twin-shell blender*), terbuat dari dua silinder yang dihubungkan sehingga membentuk V dan berputar pada sumbu horizontal. Blender tromol kembar ini lebih efektif untuk beberapa operasi pencampuran (Anonymous, 2007).

Pencampuran juga dapat di definisikan sebagai salah satu proses penting dalam industri kimia. Pencampuran adalah peristiwa menyebarnya bahan-bahan secara acak, dimana bahan yang satu menyebar ke dalam bahan yang lain demikian pula sebaliknya, sedang bahan-bahan itu sebelumnya terpisah dalam keadaan dua fase atau lebih yang akhirnya membentuk hasil yang lebih seragam (homogen).

Pada proses pencampuran diperlukan gaya mekanik untuk menggerakkan bahan-bahan sehingga didapat hasil yang homogen. Gaya mekanik diperoleh sebagai akibat adanya aliran bahan ataupun dihasilkan oleh alat pencampur. Beberapa peralatan yang biasa digunakan untuk mencampur zat cair dapat juga digunakan untuk mencampur zat padat atau pasta, demikian juga sebaliknya (Anonymous, 2009).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pencampuran bahan

Pencampuran atau *mixing* merupakan proses pembentukan suatu produk dari dua unsur/senyawa (reaktan) atau lebih yang membentuk suatu produk baru, baik mengalami reaksi kimia maupun tanpa reaksi kimia, adapun hal-hal yang perlu diperhatikan saat proses pencampuran berlangsung antara lain :

1. Aliran

Aliran yang turbulen dan laju alir bahan yang tinggi biasanya menguntungkan proses pencampuran. Sebaliknya, aliran yang laminar dapat menggagalkan pencampuran.

2. Ukuran partikel/luas permukaan

Semakin luas permukaan kontak bahan-bahan yang harus dicampur, yang berarti semakin kecil partikel dan semakin mudah gerakannya di dalam campuran, maka proses pencampuran semakin baik.

3. Kelarutan

Semakin besar kelarutan bahan-bahan yang akan dicampur satu terhadap lainnya, semakin baik pencampurannya (Coulson, 2009).

Dalam pencampuran partikel-partikel padat, diliputi tiga tahap berikut:

- a. Pencampuran konveksi, sejumlah partikel berpindah dari satu tempat ke tempat lain.
- b. Pencampuran difusi, partikel tersebar sampai ke interfase yang baru berkembang.
- c. Pencampuran gunting, saat bidang slip terbentuk.

Mekanisme-mekanisme ini beroperasi untuk meragamkan secara luas banyak jenis mixer dan dengan jenis-jenis partikel yang berbeda. Sebuah mixer bercelah dengan pilin pita melibatkan pencampuran konveksi yang hampir murni, dan sebuah mixer tong sederhana melibatkan sebagian besar bentuk pencampuran difusi. Pencampuran lem dibahas pada bagian Teknologi Non-Newtonian dalam buku (Coulson, 2009).

Single screw extruder

Basuki et al. 2004, mengolah TKS yang diisikan ke dalam komposit polipropilena menggunakan metode *solution technique* skala laboratorium dan *reactive processing* dalam suatu *single screw extruder*. Metode *Solution technique* yang digunakan dalam skala laboratorium, dilakukan dengan cara melarutkan polipropilena dalam *xylene* dan ditambahkan dengan filler dengan berbagai komposisi dan ukuran partikel. Campuran direfluk dengan variasi waktu dan penambahan dengan dan tanpa *dicumyl peroxide* sebagai inisiator dan *acrylic acid* sebagai kompatibilizer untuk menentukan kompatibilitas optimum. Setelah evaporasi *xylene*, komposisi kimia campuran dianalisa dan sifat fisik siap untuk dikarakterisasi.

Pada skala produksi proses reaktif komposit polipropilena dengan filler dilakukan dalam *single screw extruder*, sebagai bahan pendispersi ditambahkan *paraffin wax* dan asam stearat. Variabel yang diuji adalah: suhu, waktu tinggal, *die* diameter, konsentrasi inisiator, kandungan *kompatibilizer agent* dan kandungan *filler*. Setelah proses reaksi, campuran polimer berbentuk gumpalan dan kemudian dimasukkan dalam *compression moulded* pada 180°C selama 3 menit tanpa tekanan, dan penambahan 3 menit dengan tekanan 100 kN menjadi bentuk film polimer, untuk pengujian mikroskopik, *mechanical* dan homogenitas.

Haake twin- screw extruder

Rozman, et al., 2002, melakukan modifikasi kimia TKS dengan *maleat anhidrat*, MAH (yang dilarutkan dalam *dimethylformamide*) pada suhu 90°C. Campuran MAH dan *filler* yang telah diolah dilakukan dalam suatu alat *Haake Twin –screw extruder (counter rotating)*. *Dicumyl peroxide* 2% ditambahkan selama proses pencampuran, suhu 165°C-180°C mulai dari *zone* pengumpanan dan *zone* akhir, dengan kecepatan *screw* 35 rpm. Campuran kemudian diekstrusikan dan dibentuk pellet. Pellet dicetak dengan dimensi 17,0x17,0x0.3 cm. Pellet kemudian dipreheat 10 menit pada 180°C dilanjutkan dengan *hot pressing* pada suhu sama 10 menit lagi. Pendinginan dilakukan selama 5 menit, sebelum dilakukan pengujian sifat *flexural* dan *impact*.

Brabender twin-screw compounder

Khalid et, al., 2007, mengolah selulosa dan serat TKS yang dicampur dalam berbagai rasio diatas 50% dengan matrix PP yang telah diolah menggunakan *Brabender twin-screw compounder*, pada suhu 180°C selama 20 menit, dengan kecepatan *roller* 50 rpm. Lembaran komposit yang telah dicetak dengan ketebalan 1,2,3 mm, dihasilkan pada suhu 190°C dan tekanan 150 kg/m². Proses ini terjadi pemanasan awal 5 menit dan 3 menit, *complete pressing* dalam *hot press* diikuti dengan pendinginan 3 menit dibawah tekanan peralatan yang dilengkapi dengan *chiller*. Kemudian dilakukan pengujian mekanik dan morfologi komposit yang dihasilkan.

Brabender plasticorder

Notingher et,al., melakukan *mixing* matriks PP dengan *untreated* serat selulosa dalam *Brabender plasticorder*, suhu 175-180°C, dengan kecepatan rotor 60 rpm, dan waktu proses 10 menit. Kemudian dilakukan *mould-pressing* pada 180°C selama 8-10 menit dan proses *quenching* dalam air dingin dan sampel komposit kemudian dipotong sesuai standar. Variasi campuran komposit yang dibuat adalah PP/CF (polipropilena : selulosa *fiber untreated* 30%), PP/CFm (polipropilena: selulosa fiber yang diolah dengan *grafted maleic acid anhydride* 30%), PP/CF1 (polipropilena: selulosa fiber yang diolah dengan agent-1 30%) dan PP/CF2 (polipropilena: selulosa fiber yang diolah dengan agent-2). Kemudian komposit diuji sifat mekanik dan *electrical conductivity*.

2.8 Karakterisasi dan Pengaruh Perlakuan Terhadap Komposit

Pengujian komposit dilakukan untuk mengetahui apakah produk yang dihasilkan telah memenuhi persyaratan yang ditentukan untuk suatu penggunaan tertentu. Jenis pengujian disesuaikan dengan kebutuhan, umumnya meliputi pengujian sifat fisis, mekanis serta termal.

Sifat *flexural* dan *tensile strength*

Pengolahan matriks PP menggunakan serat TKKS pada skala laboratorium dengan metode *solution tehnique*, sifat *tensile strength* dari komposit meningkat dengan penambahan serat TKKS diatas 20% (berat) dengan penambahan 3% (berat) *acrylic acid* dan 0,01 mol ratio dicumyl peroxide. Sedangkan sifat elongasi menunjukkan tren penurunan. Observasi ini juga terjadi jika menggunakan alat *single screw extruder* (Kalid et, al., 2007).

Selulosa TKKS lebih potensial digunakan sebagai filler matriks PP dibandingkan dengan serat TKS yang tidak diolah. *Tensile strength* dan *flexural modulus* dari selulosa lebih tinggi daripada komposit dengan filler serat TKKS yang tidak diolah. Sifat mekanik komposit dapat dikembangkan dengan penambahan *coupling* atau *bonding agent*. Studi berhasil penggunaan berbagai *coupling agent* seperti *maleic anhydride grafted polypropylenr* (MAPP) dan *multi functional acrylates* (MFA) untuk mengembangkan ikatan antara selulosa dan matriks polimer. (Kalid et, al., 2007).

Sifat *morphology* (SEM)

Hasil analisa dengan SEM, GPC dan spectra IR menunjukkan compatibilitas antara TKS dan PP dengan adanya penambahan *acrylic acid*. (Basuki et, al., 2004).

Sifat *impact strength*

Komposit PP dengan modifikasi kimia filler TKS dengan MAH, menunjukkan sifat *flexural* dan *impact strength* yang tinggi dibandingkan dengan TKS yang tidak diolah dengan MAH. Ini disebabkan daya adhesi antara TKS yang diolah dengan MAH dan matriks PP dan ditunjukkan oleh studi dengan SEM. Analisis infra-red (FTIR) menunjukkan ikatan gugus C=C dan C=O dari MAH pada 1630cm^{-1} dan 1730cm^{-1} secara jelas. (Rozman, et, al., 2002).

Untuk meningkatkan kualitas produk komposit ditambahkan bahan pengikat (*coupling agent*) yang bertujuan untuk meningkatkan daya adhesi antara matrik dengan *interface* sehingga komposisi komposit semakin kuat. Penggunaan Coupling agent akan membentuk ikatan silang antara satu jenis material dengan material lainnya sehingga komposit semakin kuat. Coupling agent yang mudah membentuk ikatan silang antara polimer adalah anhidrat maleat. Anhidrat maleat adalah senyawa yang akan membentuk ikatan silang antara polimer dengan polimer lainnya, ikatan silang dapat juga terjadi antara fiber glass dengan polimer termoplastik, dimana ikatan silang ini dapat terbentuk dengan adanya bantuan senyawa peroksida sebagai inisiator yang membantu membuka ikatan C-H pada PP sehingga membentuk radikal +R-OH (Zulnazri, 2010).

BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

3.1.1 Tujuan Umum

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menekan penumpukan plastik bekas seminimal mungkin di lingkungan hidup, dan memanfaatkannya untuk dijadikan sebagai komposit yang merupakan suatu produk yang memiliki nilai secara ekonomis.

3.1.2 Tujuan Khusus

1. Untuk pemanfaatan limbah TKKS sebagai bahan pengisi dengan ukuran mikrometer dalam pembuatan mikrokomposit, yang merupakan hasil buangan industri CPO yang berlimpah di lingkungan hidup.
2. Untuk mengkaji kualitas produk komposit yang dibuat dari campuran termoplastik daur ulang multi komponen.
3. Memanfaatkan material komposit sebagai bahan pengganti kayu dalam kebutuhan perabot dan interior rumah tangga.
4. Untuk mengkaji proses pengolahan TKKS menjadi filler selulosa yang digunakan untuk *filler* biokomposit.
5. Untuk mengkaji komposisi bahan dan modifikasi bahan yang tepat untuk mendapatkan karakteristik dan sifat biodegradabilitas biokomposit yang baik.
6. Untuk menganalisa mekanisme interaksi akibat penambahan bahan penyerasi (mikrofibril) terhadap sifat-sifat mikrokomposit yang dihasilkan.
7. Menganalisa kondisi proses pengolahan yang tepat.

3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Hasil utama penelitian ini adalah mikro komposit dengan pemanfaatan limbah serat alam TKKS (*renewable resources*) menjadi bahan yang dapat digunakan sebagai bahan furnitur.
2. Memberikan nilai tambah terhadap limbah padat TKKS sebagai bahan selulosa mikrofibril (*filler*).
3. Merupakan suatu teknik untuk pembuatan mikro komposit berbasis filler *renewable resources*, sehingga dapat dijadikan rujukan bagi penelitian-penelitian selanjutnya.
4. Dapat membantu Industri CPO dalam menangani limbahnya, khususnya limbah TKKS.

BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini direncanakan pelaksanaannya pada bulan April sampai dengan bulan Oktober 2013, dilaksanakan di beberapa tempat yaitu :

1. Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Universitas Malikussaleh
2. Laboratorium Polimer FMIPA Universitas Sumatera Utara.
3. Laboratorium Politeknik Negeri Lhokseumawe.
4. Laboratorium Teknik Mesin Unsyiah

4.2 Alat dan Bahan

4.2.1 Alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. *Crusher*.
2. *Grinding mill*.
3. Ayakan getar.
4. Oven.
5. Timbangan digital.
6. Labu leher tiga.
7. Hot plate.
8. Condenser.
9. Seperangkat alat *Mixer*.
10. Termometer.
11. Cetakan pengepresan atas bawah yang berukuran 200 x 200 x 1 mm.
12. Cetakan Pengepresan tengah yang berukuran 115 x 80 x 2 mm.
13. Cetakan specimen.
14. *Hot press*.
15. Alat uji *Differential Scanning Calorimeter (DSC)*.
16. Alat uji *Tensile Strength*.
17. Alat uji *Impact*.
18. Alat uji *Scanning Elektro Magnetic (SEM)*.
19. Alat uji *Fourier Transform Infra-Red (FTIR)*.

4.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS)
2. Plastik PP, HDPE putih, LDPE bekas.
3. Pelarut *xylene*
4. Pelarut NaOH 5%
5. *Coupling agent maleat anhidrat polietilen (MAPE)*

4.2.3 Variabel Penelitian

Adapun variabel-variabel pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

A. Variabel Tetap:

1. Waktu pengempaan : 20 menit
2. Suhu pengempaan : 145 °C
3. Jumlah pelarut *xylene* 70% : 10 gr atau 11,6 ml
4. Jumlah *coupling agent* : 0,8 gram

B. Variabel Bebas:

1. Matriks perekat: PP, HDPE, LDPE.
2. Ukuran partikel filler (TKKS) : 63, 75, 90 dan 106 μm .
3. Perbandingan komposisi (plastik: filler TKKS), yaitu 100:0, 80:20, 70:30. 60:40, 50:50, 40:60.

C. Variabel Terikat

1. Uji Tarik (*Tensile Strength*)
2. Uji Bentur (*Impact*)
3. *Modulus Elastis*
4. *Differential Scanning Calorimetry (DSC)*
5. *Fourier Transform Infrared (FTIR)*
6. *Scanning Electron Microscope (SEM)*

4.3 Prosedur Kerja

Prosedur kerja dalam penelitian ini terdiri dari empat tahap: yaitu tahap pengolahan plastik bekas (PP, HDPE, LDPE), tahap pengolahan serat tkks, tahap pengolahan komposit dan tahap pengujian komposit.

4.3.1 Tahap Pengolahan Serat TKKS

Adapun prosedur kerja pada saat persiapan bahan baku serat TKKS adalah sebagai berikut:

1. Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dibersihkan dari kotoran-kotoran yang melekat.
2. TKKS dipotong-potong dengan pisau dan gunting hingga berukuran $\pm 1-5$ cm.
3. Serat kasar direndam dengan air biasa selama 24 jam.
4. Serat dijemur hingga kering.
5. Direbus dengan larutan NaOH 5% selama 30 menit untuk proses delignifikasi.
6. Dicuci dengan air dan dikeringkan
7. Serat kasar digiling lagi dengan chruser hingga halus.
8. Dihaluskan lagi dengan grinding mill dan diayak hingga berukuran mikro (ukuran divariasikan), filler ditimbang sesuai dengan perbandingan komposisi dan siap untuk digunakan.

4.3.2 Tahap Pengolahan Plastik bekas (PP, HDPE, LDPE)

Adapun prosedur kerja pada saat persiapan bahan baku matrik adalah sebagai berikut :

1. Plastik bekas disortir, dicuci hingga bersih, dikeringkan, dipotong-potong hingga berukuran 1-2 cm.
2. Plastik bekas ditimbang dan siap untuk digunakan.

4.3.3 Tahap Pembuatan Komposit

Adapun prosedur kerja pada saat pembuatan papan komposit adalah sebagai berikut :

1. Dipersiapkan seperangkat alat blending: *hot plate, labu leher tiga, penangas air, condenser, pengaduk dan termometer.*
2. Dipasang labu leher tiga ke dalam penangas, dimasukkan sampel plastik yang telah ditimbang.
3. Dimasukkan plastik sesuai dengan perbandingan, ditambahkan pelarut *xylene* 70% sebanyak 10 ml, dipanaskan dengan suhu 130°C , diaduk hingga bercampur rata.
4. Ditambahkan MAPE 0,8 gram, diaduk lagi, dimasukkan serat TKKS sebanyak 20 gram (sesuai perbandingan).
5. Diaduk hingga homogen selama ± 15 menit
6. Campuran dikeluarkan segera dari labu leher tiga, dituangkan kedalam aluminium foil dan dibiarkan hingga suhu kamar.

7. Campuran dicetak sesuai standar pengujian, dengan pengempaan panas selama 20 menit, suhu 145°C, tekanan 10 kg/cm² dengan alat hot press.
8. Komposit dibiarkan hingga suhu kamar dan siap untuk dilakukan pengujian.

4.3.4 Tahap Analisa dan Pengujian

4.3.1. Bending test

Bending test dilakukan sesuai ASTM D790. Lembaran yang dihasilkan dipotong dalam contoh uji dengan dimensi 150x150x3 mm (panjang x lebar x ketebalan). Uji dilakukan menggunakan mesin test universal pada kecepatan *cross-head* 4 mm/min.

4.3.2 Impact test

Impact test dilakukan sesuai ASTM D256. Metode *Izod* dilakukan menggunakan *unnotched samples* dengan dimensi 60x15x3 mm (panjang x lebar x ketebalan), menggunakan *Zwick impact pendulum tester* model 5101.

4.3.3 Uji Tarik Menggunakan Alat *Tensile Strength*

1. Dipotong bagian papan komposit sesuai bentuk cetakan.
2. Kemudian dipasang pada alat *Tensile Strength*.
3. Setelah ditarik maka keluarlah angka kuat tarik pada monitor alat tersebut, masukkan kedalam rumus (*persamaan 1*) untuk mendapatkan nilai kuat tarik dan (*persamaan 2*) untuk mendapatkan nilai kerenggangan.

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

σ = kekuatan tarik (Kgf/cm²)

A= Luas penampang (cm²)

P = tekanan maksimum (Kgf)

$$\Sigma = \frac{\Delta L}{L} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

Σ = kerenggangan (%)

ΔL = selisih panjang setelah uji tarik (cm)

L = panjang sampel uji mula-mula (cm)

3.4.4 Studi *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Permukaan retak (patah) dari komposit dipelajari dengan SEM (model Leica Cambridge S-360). Sampel *mounted* di atas potongan aluminium menggunakan *double-side tape* dan kemudian *gold-coated* dengan suatu unit *palaron SEM coating* untuk mencegah beban elektrik selama pengujian.

3.4.3 Analisis Fourier Transform Infra Red (FTIR)

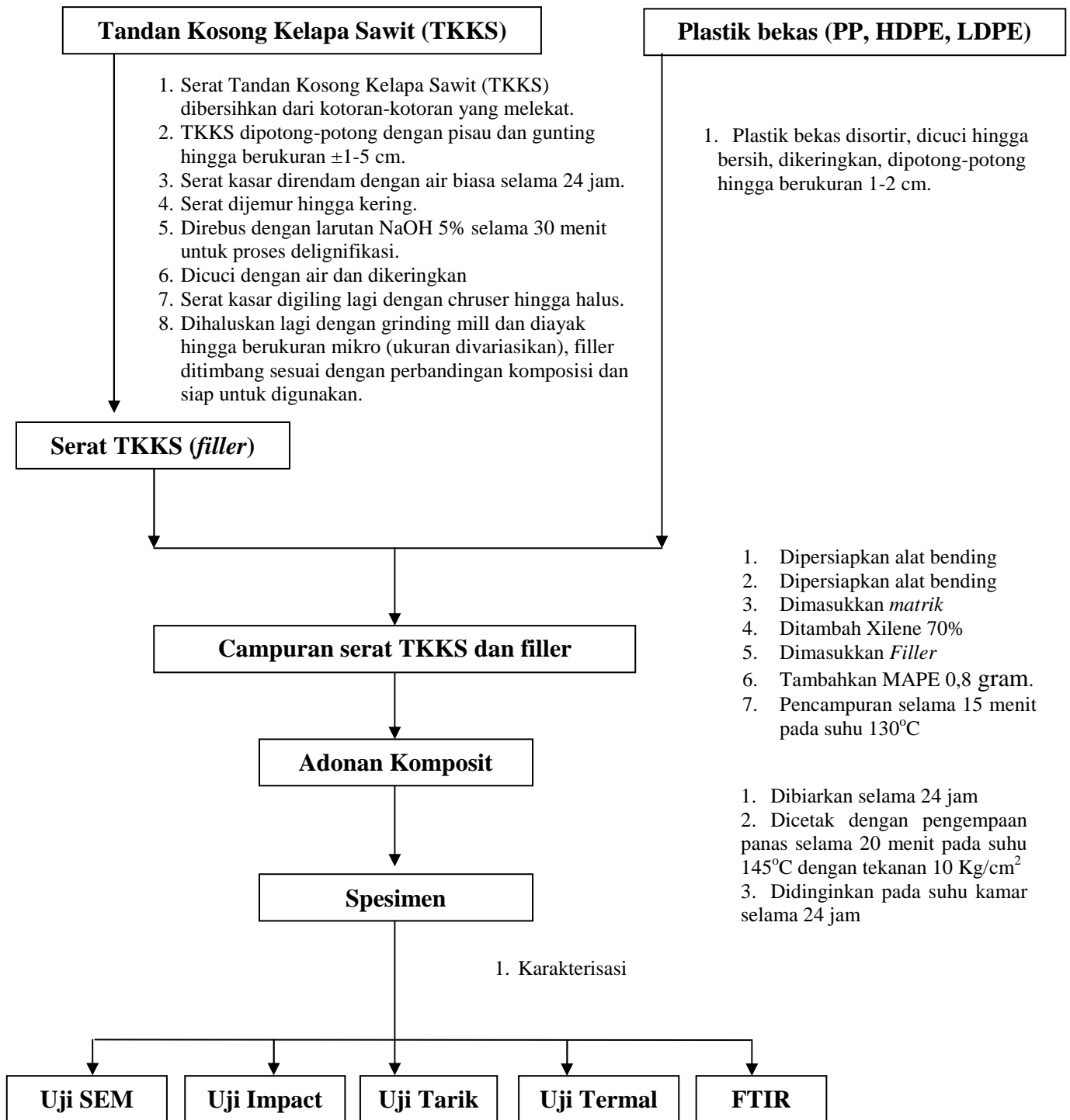
Hasil dari papan komposit dikerok lebih kurang sebanyak 5 gram, dan kemudian di sinar dengan cahaya infrared. Maka dimonitor akan tampak grafik yang memiliki nilai dari garis kurva bergelombang.

Analisis FTIR terjadi dengan menggunakan alat *Nicolet FTIR spectrophotometer* (Avatar system 360) dan metode KBr. Semua spektra tercatat dalam *transmittance* dalam range $4000-400\text{ cm}^{-1}$, dengan resolusi dari 4cm^{-1} . Terdapat 32 scans untuk tiap spektrum.

3.4.4 Uji termal menggunakan *Differential Scanning Calorimeter* (DSC)

1. Dikerok bagian sudut sampel lebih kurang 2 gram.
2. Setelah itu dimasukkan kedalam bentuk cetakan.
3. Maka dimonitor akan didapatkan bentuk grafik untuk mengetahui titik leleh papan komposit tersebut.

4.4 Diagram Alir Proses Penelitian



BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengamatan

Pada penelitian ini tahap yang telah dilakukan adalah tahap pengolahan plastik bekas (PP, HDPE, LDPE), tahap pengolahan serat tkks, tahap pengolahan komposit dan pengujian karakteristik komposit.

Tabel 5.1 Data Pengamatan komposit polipropilen-tkks

Jenis matriks	Perbandingan komposisi matriks: filler	Ukuran mesh (μm)	Pengamatan secara visual
PP	80:20	63	Filler terlalu sedikit/tidak merata
		75	Filler terlalu sedikit/tidak merata
		90	Filler terlalu sedikit/tidak merata
		106	Filler terlalu sedikit/tidak merata
	70:30	63	Filler homogen/merata
		75	Filler homogen/merata
		90	Filler homogen/merata
		106	Filler homogen/merata
	60:40	63	Filler terlalu banyak dan hangus
		75	Filler terlalu banyak dan hangus
		90	Filler terlalu banyak dan hangus
		106	Filler terlalu banyak dan hangus
	50:50	63	Filler terlalu banyak dan hangus
		75	Filler terlalu banyak dan hangus
		90	Filler terlalu banyak dan hangus
		106	Filler terlalu banyak dan hangus

Sumber: Hasil penelitian, 2013

Tabel 5.2 Data Pengamatan komposit LDPE-tkks

Jenis matriks	Perbandingan komposisi matriks: filler	Ukuran mesh (μm)	Pengamatan secara visual
LDPE	80:20	63	Filler terlalu sedikit/tidak merata
		75	Filler terlalu sedikit/tidak merata
		90	Filler terlalu sedikit/tidak merata
		106	Filler terlalu sedikit/tidak merata
	70:30	63	Filler homogen/merata
		75	Filler homogen/merata
		90	Filler homogen/merata
		106	Filler homogen/merata
	60:40	63	Filler terlalu banyak dan hangus
		75	Filler terlalu banyak dan hangus
		90	Filler terlalu banyak dan hangus
		106	Filler terlalu banyak dan hangus
	50:50	63	Filler terlalu banyak dan hangus
		75	Filler terlalu banyak dan hangus
		90	Filler terlalu banyak dan hangus
		106	Filler terlalu banyak dan hangus

Sumber: Hasil penelitian, 2013

Tabel 5.3 Data Pengamatan komposit HDPE-tkks

Jenis matriks	Perbandingan komposisi matriks: filler	Ukuran mesh (μm)	Pengamatan secara visual
LDPE	80:20	63	Filler terlalu sedikit/tidak merata
		75	Filler terlalu sedikit/tidak merata
		90	Filler terlalu sedikit/tidak merata
		106	Filler terlalu sedikit/tidak merata
	70:30	63	Filler homogen/merata
		75	Filler homogen/merata
		90	Filler homogen/merata
		106	Filler homogen/merata
	60:40	63	Filler terlalu banyak dan hangus
		75	Filler terlalu banyak dan hangus
		90	Filler terlalu banyak dan hangus
		106	Filler terlalu banyak dan hangus
	50:50	63	Filler terlalu banyak dan hangus
		75	Filler terlalu banyak dan hangus
		90	Filler terlalu banyak dan hangus
		106	Filler terlalu banyak dan hangus

Sumber: Hasil penelitian, 2013

Komposit secara visual menunjukkan penampilan yang lebih jelas dan homogenitas yang lebih baik. Di sisi lain, tekstur fisik dari komposit tampak halus dengan semakin halusnya ukuran filler. Pereira [14] telah melaporkan bahwa kemampuan " membasahi " dari dispersant adalah faktor penting yang mempengaruhi distribusi filler dalam matriks polimer (Basuki, 2004).

Tabel 5.4 Data Uji impact komposit

Jenis matriks/ Perbandingan komposisi matriks: filler	Ukuran mesh (μm)	W (mm)	T (mm)	Impact (J/m²)
PP / 30:70	63	11	2,18	3019,1
	75	11	2,07	2863,3
	90	11	2,11	2563,5
	106	11	1,83	2886,2
LDPE / 30:70	63	11	2,34	3776,1
	75	11	2,28	3524,6
	90	11	2,83	3456,4
	106	11	2,23	3542,6
HDPE / 30:70	63	11	2,17	4943,4
	75	11	2,44	2537,2
	90	11	3,11	1573,6
	106	11	2,41	2516,0

Sumber: Hasil penelitian, 2013

Kecepatan pukul 3,46 m/detik, beban 5,5 joule, Izod.

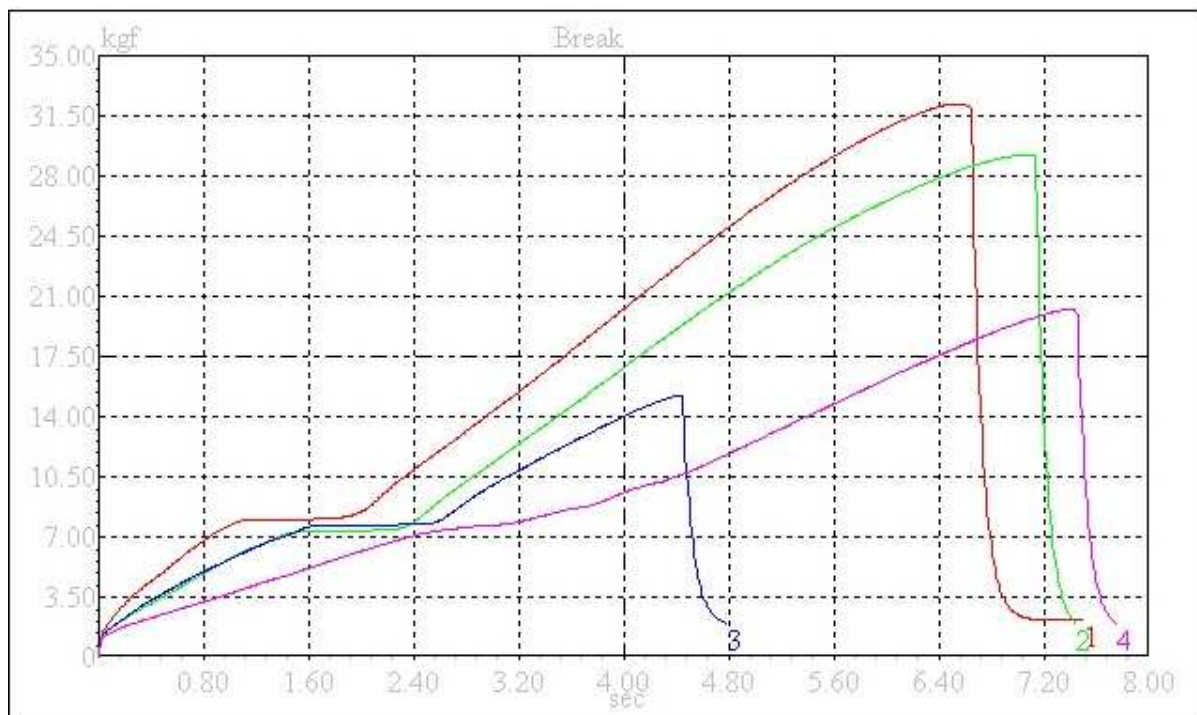
5.2 Uji Tensile Strength

Tabel 5.5 Nilai uji tarik dari komposit Polipropilen (PP) : Filer TKKS

Test No.	DIN 53356	Tensile Strength MPa	Elongation at Break %	Break kgf	Break mm	Yield strength MPa	Elastic modulus MPa
1	18.798	13.053	4.548	2.16	3.753	12.950	455.252
2	15.481	12.470	4.918	2.00	3.724	11.450	301.801
3	8.782	11.263	3.074	2.00	2.397	5.692	600.912
4	10.012	12.416	5.142	1.97	3.882	9.330	265.755
SD(N-1)	4.698	0.749	0.930	0.09	0.698	3.148	153.777
SD(N)	4.068	0.649	0.806	0.07	0.605	2.726	133.175
Maximum	18.798	13.053	5.142	2.16	3.882	12.950	600.912
Minimum	8.782	11.263	3.074	1.97	2.397	5.692	265.755

Tabel ini menunjukkan nilai tensile strength, elongasi dan modulus elastis dari komposit PP (70 : 30) dengan ukuran filler : (1). 63 μm , (2). 75 μm , (3). 90 μm , (4). 106 μm

Gambar 5.5 Grafik Uji Tarik komposit PP



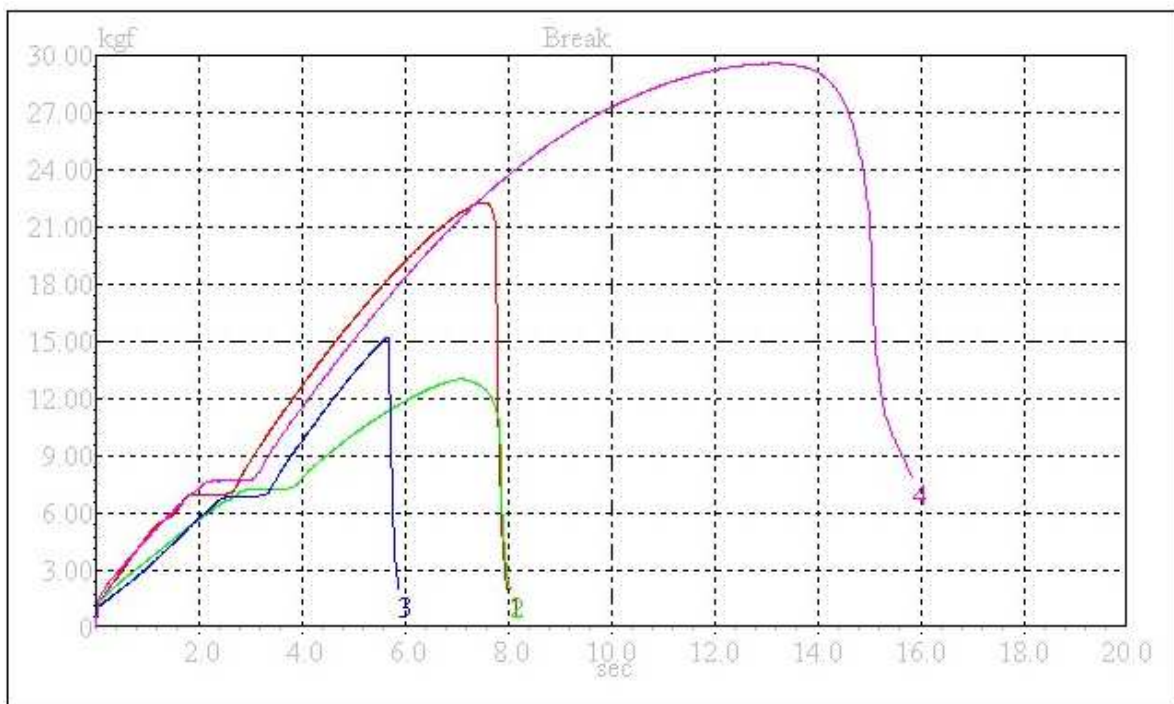
Grafik 5.5 ini menunjukkan nilai beban/gaya yang diberikan terhadap waktu dari masing-masing komposit PP (70 : 30) dengan ukuran filler : (1). 63 μm , (2). 75 μm , (3). 90 μm , (4). 106 μm

Tabel 5.6 Nilai uji tarik dari komposit (LDPE) : Filer TKKS

Test No.	DIN 53356	Tensile Strength	Elongation at Break	Break kgf	Break mm	Yield strength MPa	Elastic modulus MPa
		MPa	%				
1	12.631	12.495	5.216	1.96	4.001	10.507	314.538
2	8.578	6.218	4.936	1.99	4.026	3.453	192.650
3	7.398	7.716	3.943	2.00	2.945	5.315	152.080
4	22.193	13.867	9.144	7.86	7.932	9.752	287.637
SD(N-1)	6.714	3.682	2.289	2.94	2.196	3.417	76.929
SD(N)	5.814	3.189	1.982	2.54	1.902	2.959	66.623
Maximum	22.193	13.867	9.144	7.86	7.932	10.507	314.538
Minimum	7.398	6.218	3.943	1.96	2.945	3.453	152.080

Tabel ini menunjukkan nilai tensile strength, elongasi dan modulus elastis dari komposit LDPE (70 : 30) dengan ukuran filler : (1). 63 μm , (2). 75 μm , (3). 90 μm , (4). 106 μm

Gambar 5.6 Grafik Uji Tarik komposit LDPE



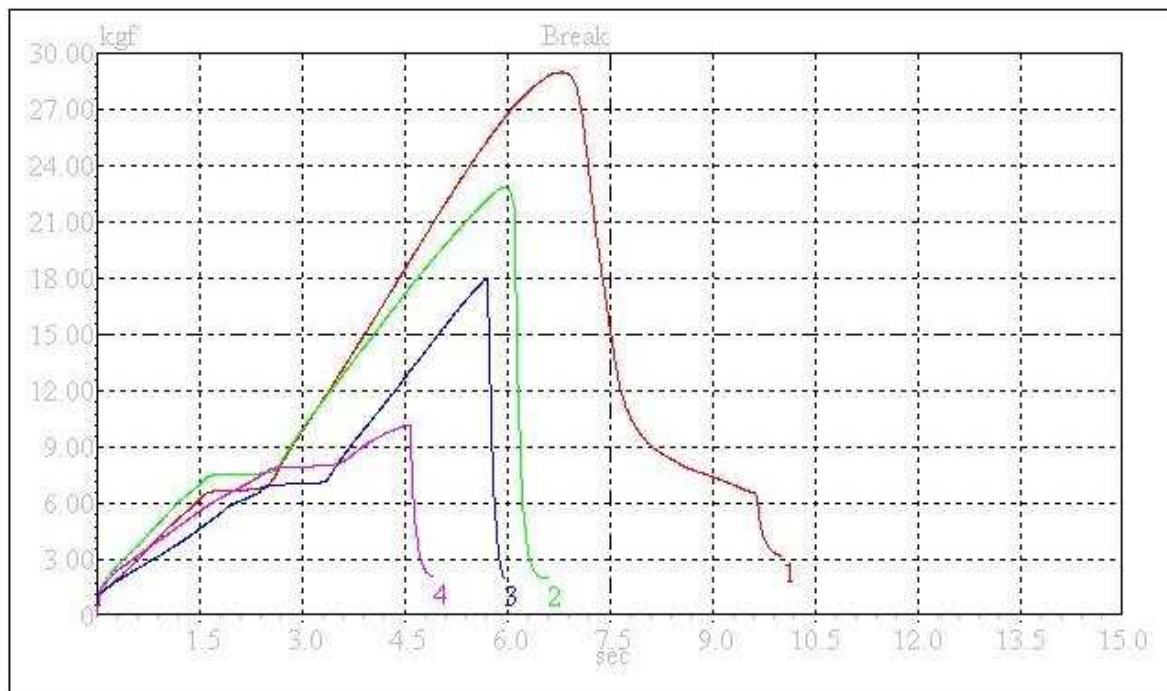
Grafik 5.6 ini menunjukkan nilai beban/gaya yang diberikan terhadap waktu dari masing-masing komposit LDPE (70 : 30) dengan ukuran filler : (1). 63 μm , (2). 75 μm , (3). 90 μm , (4). 106 μm

Tabel 5.7 Nilai uji tarik dari komposit (HDPE) : Filer TKKS

Test No.	DIN 53356	Tensile Strength MPa	Elongation at Break %	Break kgf	Break mm	Yield strength MPa	Elastic modulus MPa
1	18.792	12.243	4.718	3.21	5.019	12.218	206.121
2	12.070	11.592	4.130	2.00	3.299	8.762	350.363
3	7.826	6.209	3.963	1.97	2.980	4.055	127.805
4	7.132	3.969	3.176	2.08	2.470	3.102	223.918
SD(N-1)	5.356	4.056	0.636	0.60	1.105	4.250	92.202
SD(N)	4.639	3.512	0.551	0.52	0.957	3.681	79.849
Maximum	18.792	12.243	4.718	3.21	5.019	12.218	350.363
Minimum	7.132	3.969	3.176	1.97	2.470	3.102	127.805

Tabel ini menunjukkan nilai tensile strength, elongasi dan modulus elastis dari komposit HDPE (70 : 30) dengan ukuran filler : (1). 63 μm , (2). 75 μm , (3). 90 μm , (4). 106 μm

Gambar 5.7 Grafik Uji Tarik Komposit HDPE



Grafik 5.7 ini menunjukkan nilai beban/gaya yang diberikan terhadap waktu dari masing-masing komposit HDPE (70 : 30) dengan ukuran filler : (1). 63 μm , (2). 75 μm , (3). 90 μm , (4). 106 μm

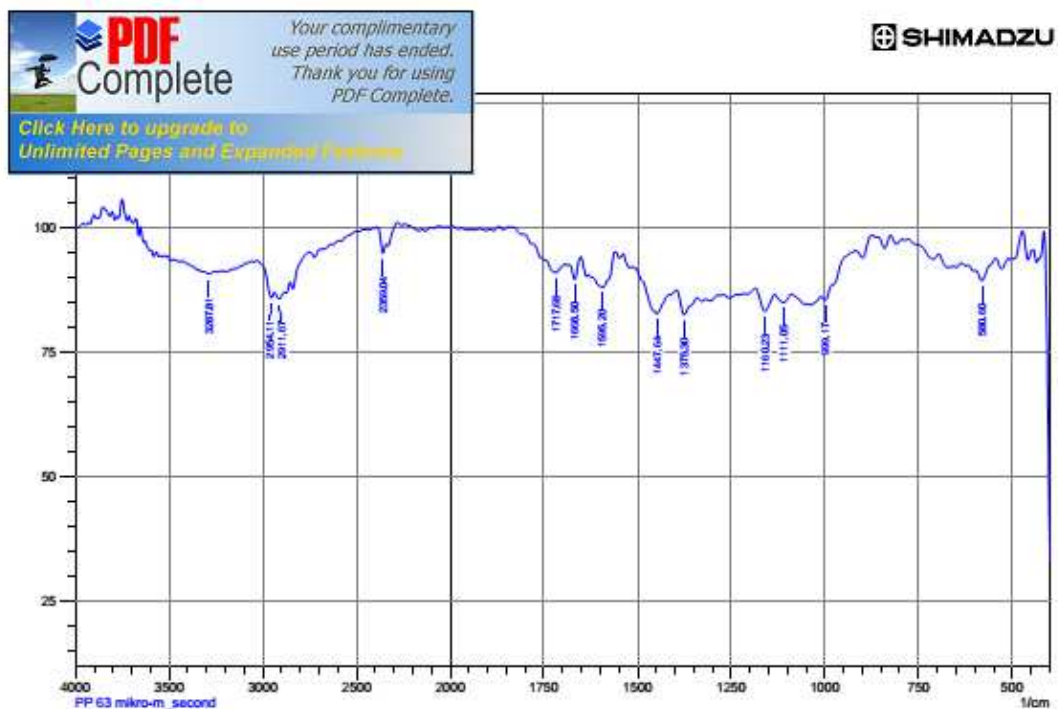
Data untuk kekuatan tarik dan perpanjangan putus dari campuran ditunjukkan pada grafik diatas. Hal ini dapat dilihat bahwa peningkatan kandungan filler (upto 20%) meningkatkan kekuatan tarik tetapi menurun perpanjangan diistirahat ketika campuran diproses dalam kehadiran MAP sebagai inisiator. Namun, lebih meningkatkan dalam isi filler

menyebabkan penurunan kekuatan tarik, yang mungkin disebabkan untuk penurunan kompatibilitas. Oleh karena itu, komposisi optimum komposit adalah salah satu yang mengandung 20% dari filler, diolah dengan adanya MAP 2% dan sejumlah kecil dikumul peroksida.

Dispersant asam stearat adalah ditambahkan karena propertinya, di mana kelompok karboksilat yang mungkin mengikat ke permukaan filler ligno-selulosa, sedangkan gugus alkil yang memiliki kompatibilitas yang lebih baik dengan matriks polipropilena. Namun, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5, hal ini tidak terjadi, karena komposit mengandung asam stearat dipamerkan penampilan lebih gelap bila dibandingkan untuk yang mengandung parafin dispersant. Hal ini menunjukkan bahwa asam stearat bertindak sebagai plasticizer internal dalam komposit. (Basuki, 2004)

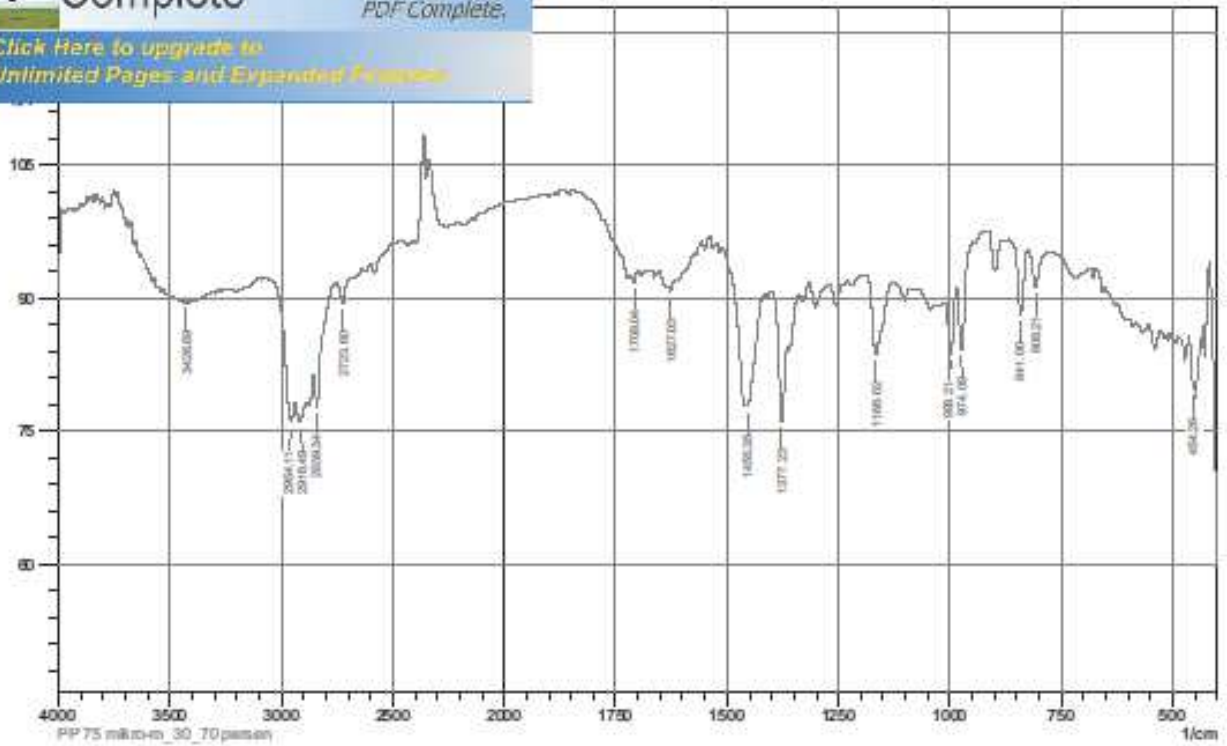
5.3 Uji Gugus Fungsi dengan FT-IR

Hasil uji FT-IR untuk komposit PP dengan serat TKKS adalah seperti yang terlihat pada gambar spektrum berikut ini :



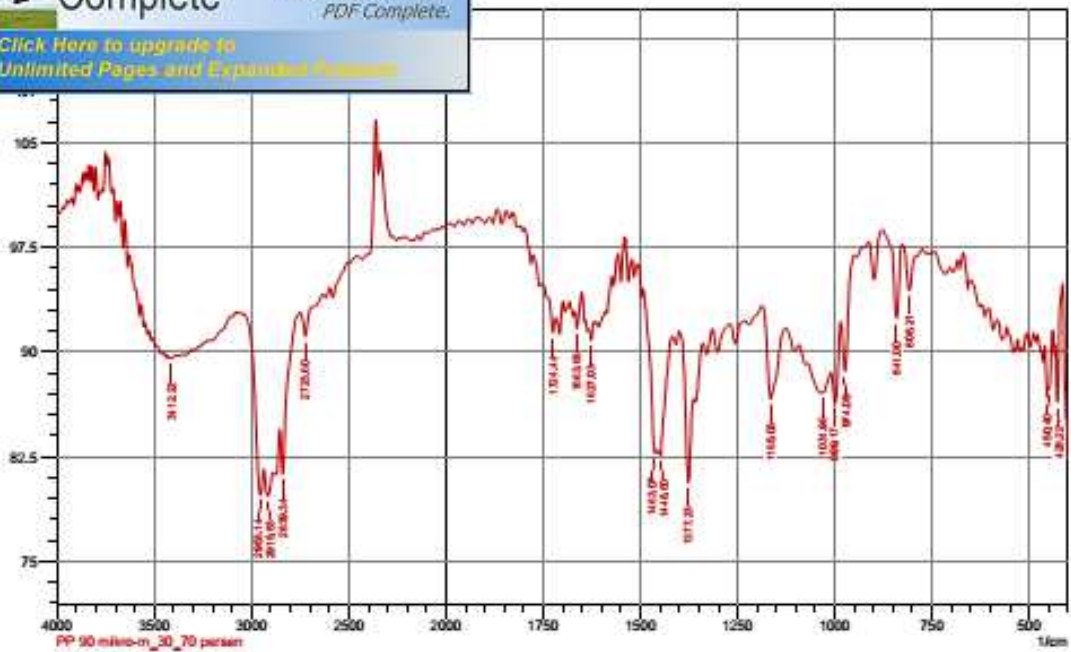
Gambar 5.8 Spektrum FT-IR dari komposit PP : Filer (70 : 30) dengan ukuran serat 63 μm

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended.
 Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

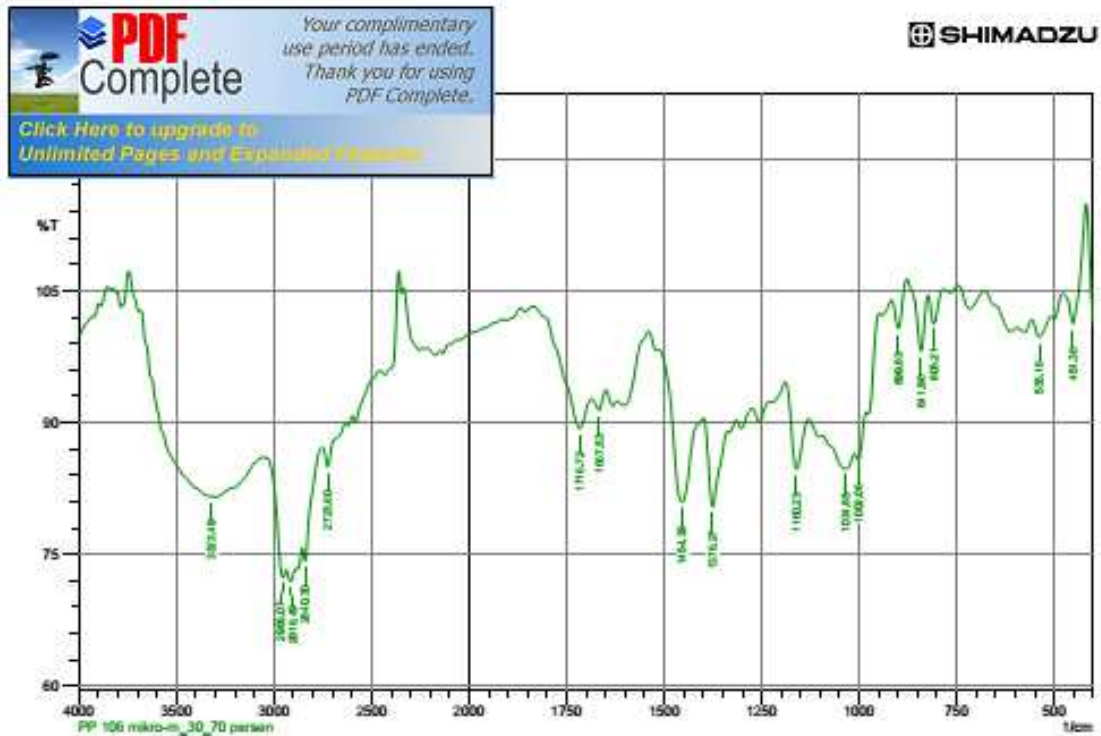


Gambar 5.9 Spektrum FT-IR dari komposit PP : Filer (70 : 30) dengan ukuran serat 75 μm

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended.
 Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

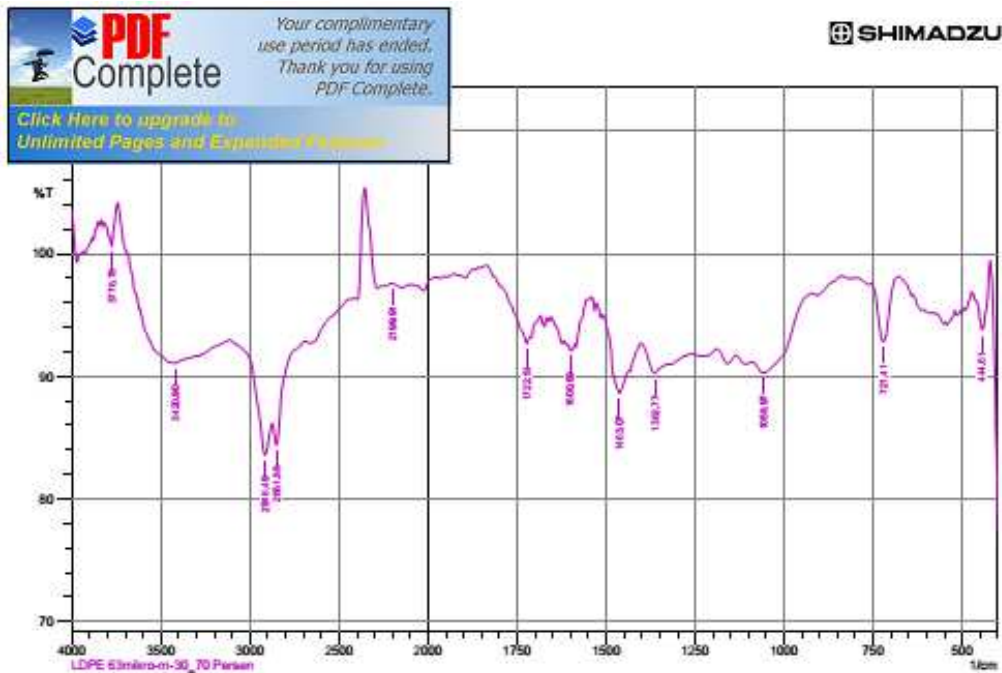


Gambar 5.10 Spektrum FT-IR dari komposit PP : Filer (70 : 30) dengan ukuran serat 90 μm

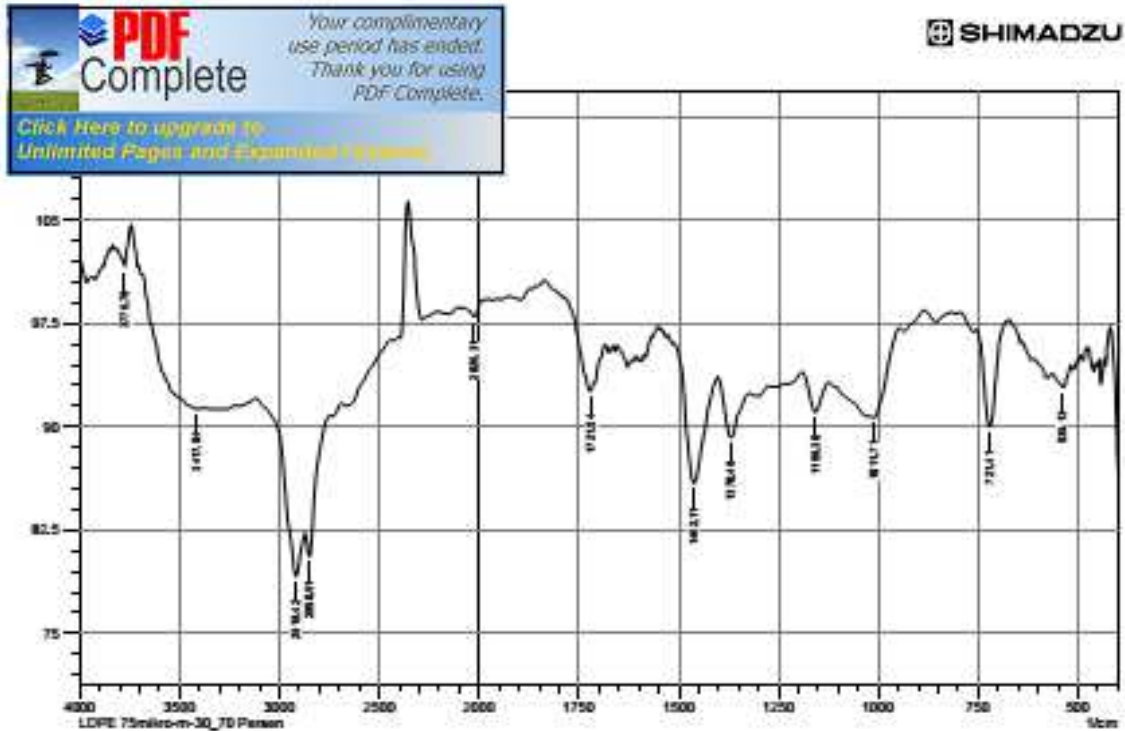


Gambar 5.11 Spektrum FT-IR dari komposit PP : Filer (70 : 30) dengan ukuran serat 106 μm

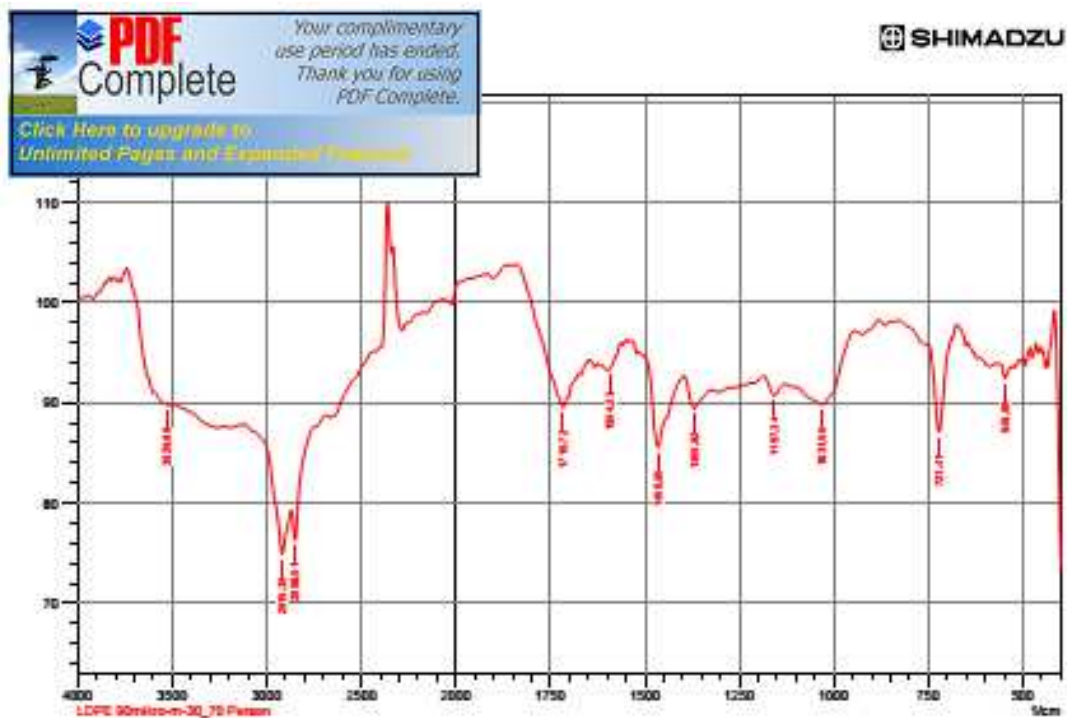
Hasil uji FT-IR untuk komposit LDPE dengan serat TKKS adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar spektrum berikut ini :



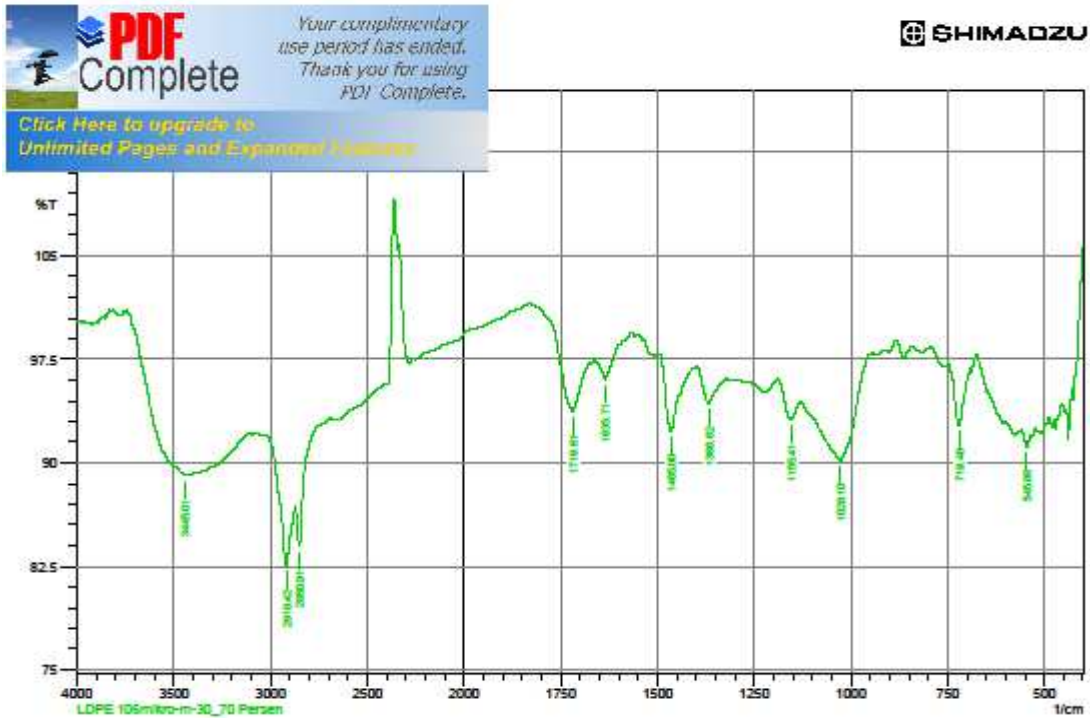
Gambar 5.12 Spektrum FT-IR dari komposit LDPE : Filer (70 : 30) dengan ukuran serat 63 μm



Gambar 5.13 Spektrum FT-IR dari komposit LDPE : Filer (70 : 30) dengan ukuran serat 75 μm

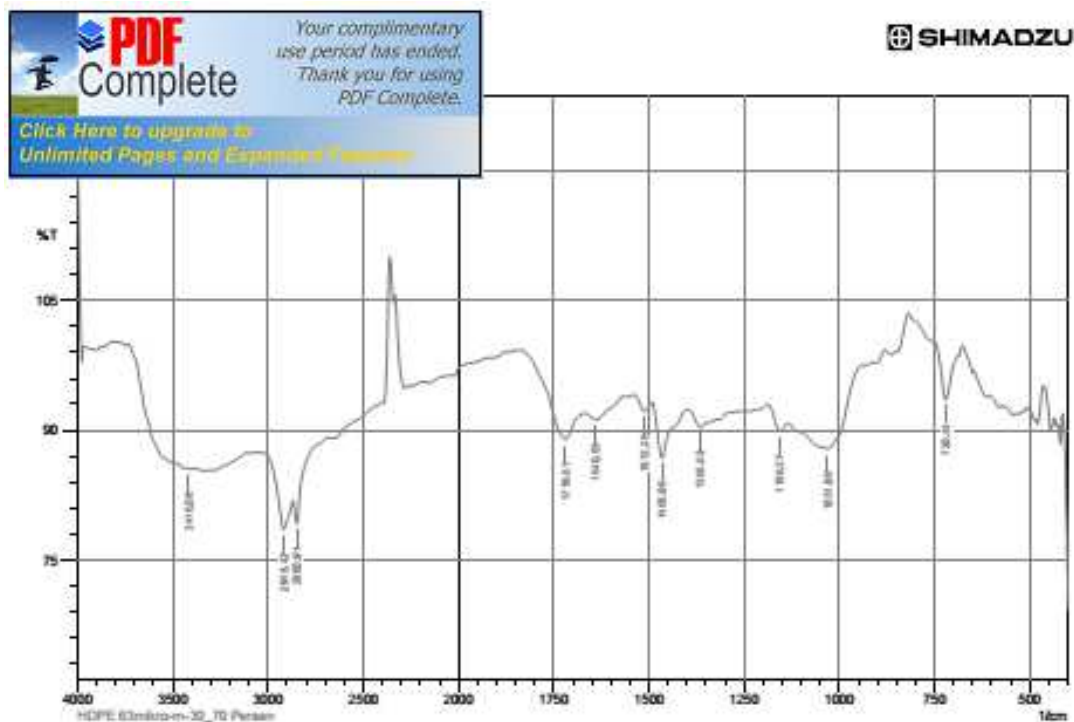


Gambar 5.14 Spektrum FT-IR dari komposit LDPE : Filer (70 : 30) dengan ukuran serat 90 μm

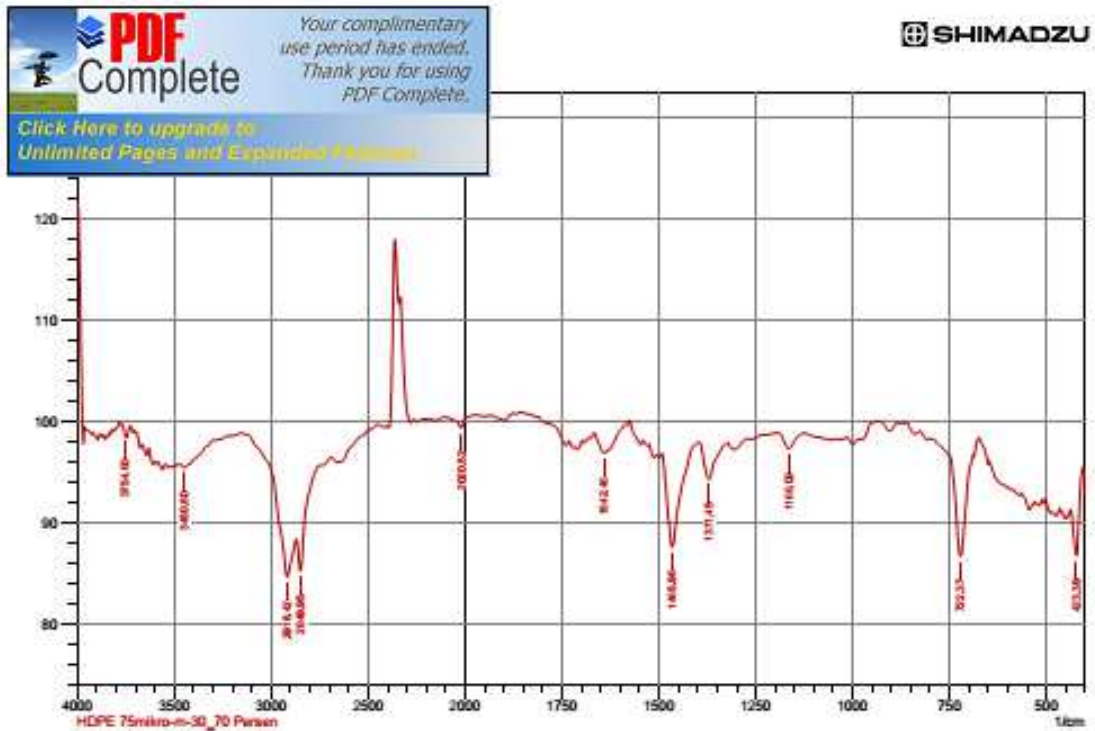


Gambar 5.15 Spektrum FT-IR dari komposit LDPE : Filer (70 : 30) dengan ukuran serat 106 μm

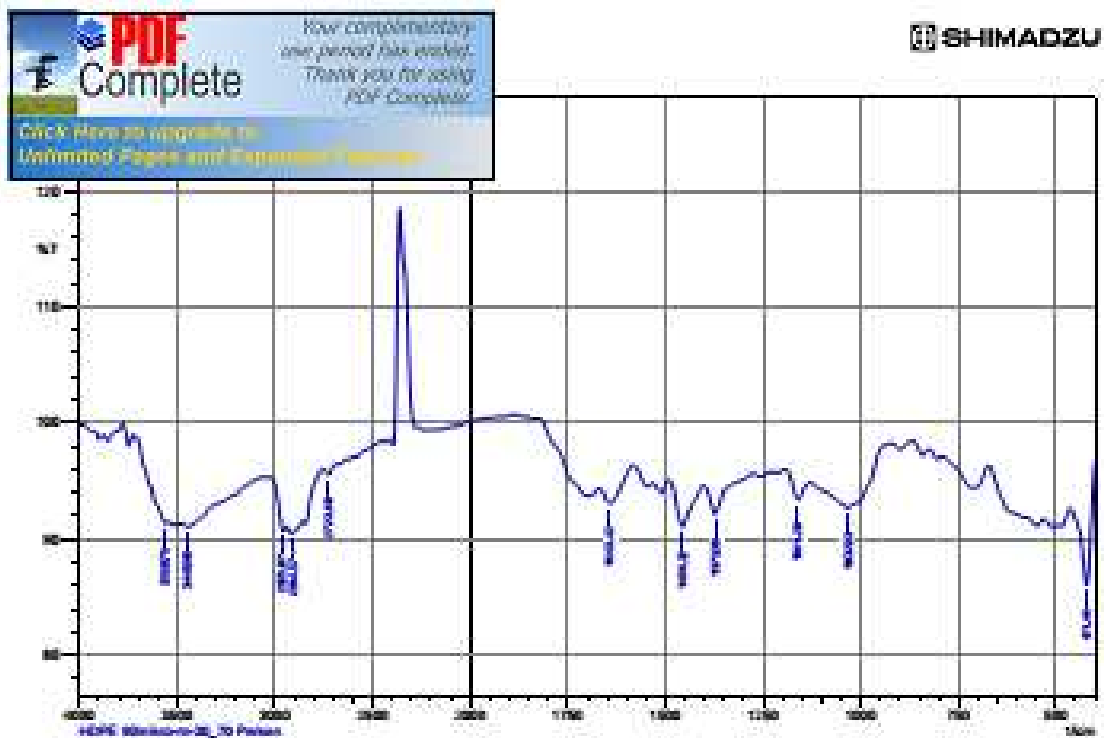
Hasil uji FT-IR untuk komposit HDPE dengan serat TKKS adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar spektrum berikut ini :



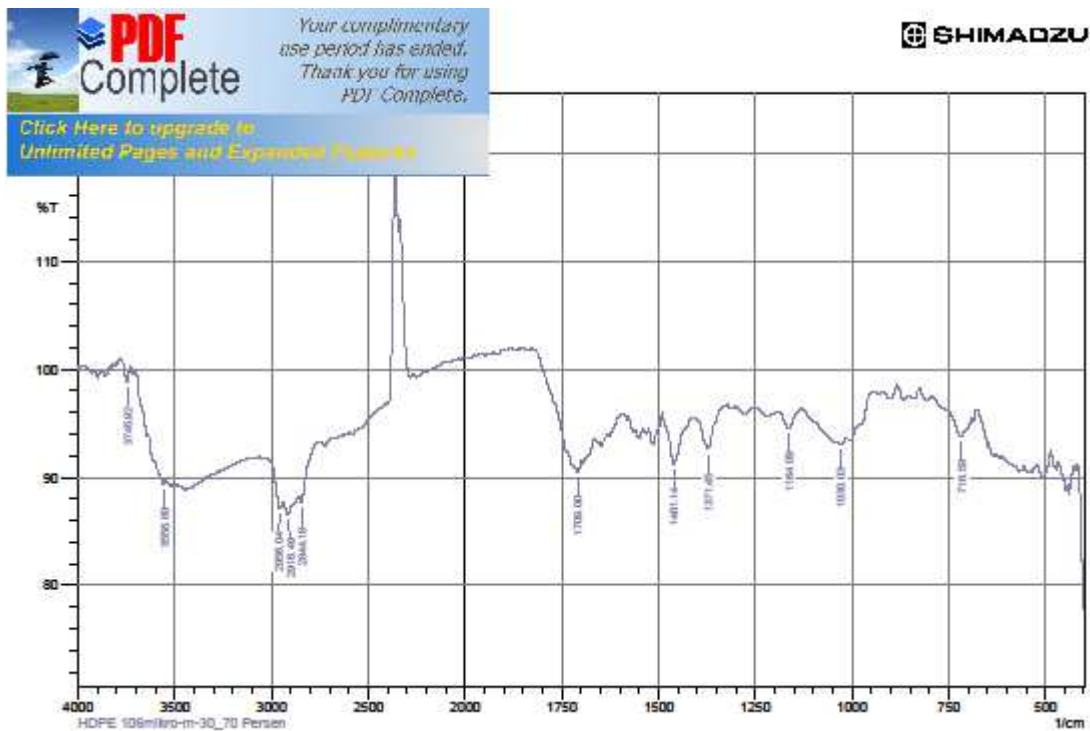
Gambar 5.16 Spektrum FT-IR dari komposit HDPE : Filer (70 : 30) dengan ukuran serat 63 μm



Gambar 5.17 Spektrum FT-IR dari komposit HDPE : Filer (70 : 30) dengan ukuran serat 75 μm



Gambar 5.18 Spektrum FT-IR dari komposit HDPE : Filer (70 : 30) dengan ukuran serat 90 μm



Gambar 5.19 Spektrum FT-IR dari komposit HDPE : Filer (70 : 30) dengan ukuran serat 106 μm

Uji FTIR dan SEM

Mekanisme pengolahan reaktif sistem polypropylene dengan EFB filler dengan adanya asam dan dikumul akrilik peroksida adalah diselidiki dengan menganalisis komposit melalui pengukuran mikroskopis (SEM), distribusi dan inframerah spektroskopi. Scanning electron microscopy (SEM) dari polypropylene komposit yang mengandung 20 % selulosa, asam akrilik 2 %, dan 0,02 % dikumul peroksida pada Gambar 1a, menunjukkan bahwa bagian akrilik akumulasi pada permukaan selulosa. Kehadiran akrilik kompatibeliser bagian juga dapat dilihat dari foto SEM dari polypropylene diolah dengan asam akrilat seperti di atas tetapi tanpa selulosa filler pada Gambar 1b.

Gambar di atas menunjukkan spektrum inframerah dari polipropilena film sebelum ekstraksi (Spectrum A), setelah ekstraksi dalam aseton (Spectrum B), dan setelah ekstraksi dalam diklorometana (Spectrum C). Spectrum A, yaitu sebelum ekstraksi, ditunjukkan puncak penyerapan: OH (puncak luas pada 3000 ? 3500 cm^{-1}), $> \text{C}=\text{O}$ kelompok pada 1700 cm^{-1} , Tapi bukan $> \text{C}=\text{C} <$ puncak asam akrilik sekitar 1600 cm^{-1} . Spektrum di atas menunjukkan bahwa semua molekul kompatibeliser akrilik bereaksi selama pemrosesan dengan polypropylene matrix. Setelah ekstraksi lengkap dalam aseton (Spectrum B) dan diklorometan (Spectrum C), baik spektrum juga dipamerkan puncak intensif karbonil ($> \text{C}=\text{O}$) kelompok pada 1700 cm^{-1} . Ketika absorbencies dari puncak karbonil dibandingkan

dengan ekstraksi sebelumnya (Spectrum A), ditemukan bahwa kelompok karbonil masih tetap (90-95%) di matriks polimer setelah ekstraksi lengkap. Dalam kata lain, compatibiliser akrilik mampu mengikat di tingkat tinggi untuk polypropylene matriks selama proses reaktif dalam kehadiran peroksida. Namun, masih belum jelas bagaimana mengikat asam akrilik terjadi dalam polimer. Asam akrilik mungkin tidak hanya akan dicangkokkan atau silang, tetapi juga homopolymerised dan kemudian interpenetrated atau secara fisik terikat pada molekul polimer. (Basuki, 2004)

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Hasil yang telah dicapai dari penelitian ini adalah metode pengolahan filler TKKS, produk filler dengan ukuran mikrometer, dapat dilakukan dengan cara penggilingan dengan menggunakan grinding mill dan hammer mill.
2. Pada penelitian ini proses blending plastik PP, LDPE dan HDPE dengan filler dapat dilakukan dengan menambahkan xilen 50-70 % dan di blending pada temperatur 45-60°C.
3. Komposit yang diperoleh dalam penelitian ini memiliki ukuran filler 63, 75, 90 dan 106 μm .
4. Komposisi yang terbaik dalam pencampuran matrik dengan filler diperoleh pada (70 : 30), dimana 70 % plastik dan 30 % serat TKKS.
5. Komposit yang diperoleh memiliki kekuatan tarik dan daya tahan bentur yang sangat baik, diantara berbagai ukuran filler yang dibuat, diperoleh nilai tertinggi pada filler TKKS berukuran 63 μm , yaitu : untuk komposit PP 13,053 Mpa, komposit LDPE 12,495 Mpa dan komposit HDPE 12,243 Mpa.
6. Ukuran serat yang semakin kecil dapat meningkatkan kualitas dari suatu komposit, dimana partikel serat tersebut dapat dengan sempurna mengikat dan menempel ke dalam matrik.
7. Hasil penelitian ini dapat diaplikasikan sebagai bagian elemen elektronik, casing dan lain-lain karena tahan panas tinggi dan bersifat semikonduktor, serta tidak mudah dipatahkan dan tahan lama.

DAFTAR PUSTAKA

1. ASM Handbook, 1992. *Fractography*. Vol. 12. United States of America: ASM International.
2. ASTM, 2000. American Society for Testing and Materials Information Handling Services. *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*. (D 638-99): 1-13. (1 Desember 2006)
3. Basuki Wirjosentono, 1996. *Analisa dan Karakterisasi Polimer*. Uneversitas Sumatera Utara, Medan: Penerbit USU Press,
4. Basuki Wirjosentono, 2005. *Polimer Komersial*. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Uneversitas Sumatera Utara, Medan.
5. Basuki, W, et, al., 2004, Oil palm empty fruit bunch filled popypropylene composites, Int. J. Polymeric Materials, 53: 295-306.
6. Biemann, K., 1962. *Mass Spectrometry Organic Chemical Applications*. United States of America: McGraw-Hill Book Company.
7. Bullions, TA, et.al., 2006, Contributions of feather fibers and various cellulose fibers to the mechanical properties of polypropilene matrix composites, Composites science and technology, 66, 102-114.
8. Chaoqin Li, et.al., 2003, Melt grafting of maleic anhydride onto low-density polyethylene/polypropylene blends, Poliymer testing, 22, 191-195.
9. Cowd, M.A., 1991. *Kimia Polimer*. Terj. Firman, H. Bandung :Penerbit ITB.
10. Dean Shi, et, al., Functionalization of isotactic polypropylene with maleic ahhydride by reactive extrusion: mechanism of melting grafting, Polymer, 42, 5549-5557.
11. Kalpakjian, S., 1984. *Manufacturing Prosses For Engineering Materials*. Illinois Institute Of Technology. Chicago: Addision-Wesley Publishing Company.
12. Keener, T.J, et. al., 2004, Maleated coupling agents for natural fibre composites, Composites part A: applied science and manufacturing, 35: 357-362.
13. Khalid, M, et.al., 2007, Comparative study of polypropylene compositis reinforced with oil palm empty fruit bunch fiber and oil palm derived cellulose, J. Material design, 29: 173-178.
14. Kohler, M. & Wolfensberger, M., 2003. Migration of Organic Component from Polyethylene Terephthalate (PET) Bottles to Water. *EMPA* (Report : 429670): 1:13. http://www.google.com/plastic/PET_bottles. (25 April 2005).

15. Nielsen, L.E. & Landel, R.F. 1994. *Mechanical Properties of Polymer and Komposite*. Second Edition. California Institute of Technology. California (25 Januari 2007).
16. Notingher, P.V, et, al, 2006, The effect of water on electrical properties of polymer composites with cellulose fibers, journal of optoelectronics and advance materials, 8: 687-689.
17. OmniKnow Site. 2005. Learn About Fiberglass: 9-12 <http://omniknow.com/common/wiki.php?in=en&term> (3 Januari 2005).
18. Rozman, H.D, et al., 2001, Polypropylene-oil palm empty fruit bunch-glass fibre hybrid composites: a preliminary study on the flexural and tensile properties, European polymer journal, 37: 1283-1291.
19. Rozman, H.D, et, al., 2002, Flexural and impact properties of oil palm empty fruit bunch (EFB)-polypropylene composites-the effect of maleic anhydride chemical modification of EFB, J.Polymer Testing, 22: 335-341.
20. Sahabat Surgawi, Media pelayanan antar jemaat, antar Gereja antar denominasi OnLine www.sahabatsurgawi.net/webmaster@sahabatsurgawi.net Copyright © 2002, Tim Sahabat Surgawi (2 Maret 2005)
21. Sjoerd Nienhuys, Senior Renewable Energy Advisor, SNV-Nepal, (10 November 2003), *Plastic Waste Insulation for High Altitude Areas Application in Houses, Greenhouses and Biogas Reactors*, Kathmandu (2 Februari 2007).
22. Stevens, M.P. 1989. *Kimia Polimer*. Terj. Sopyan, I. Jakarta: PT. Pradnya Paratama.
23. Zulnazri, Pengaruh penggunaan Coupling Agent sebagai bahan pengikat dalam pembuatan komposit dari Polipropilen dengan menggunakan Fiber Glass, Journal Samudera, 2010.

LAMPIRAN A. FOTO-FOTO KEGIATAN PENELITIAN

1. Tahap pembersihan serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dari kotoran-kotoran yang melekat.



2. Tahap TKKS dipotong-potong dengan pisau dan gunting hingga berukuran $\pm 1-5$ cm.



3. Tahap perebusan dengan larutan NaOH 5% selama 30 menit untuk proses delignifikasi.



4. Tahap penggilingan serat kasar dengan chruser.



5. Tahap pengayakan serat TKKS dengan variasi ukuran dalam mikrometer.



6. Gambar produk filler dengan berbagai variasi ukuran dalam mikrometer.
uji coba pengolahan blending PP dengan filler serat TKKS



7. Tahap uji coba pengolahan blending PP dengan filler serat TKKS



8. Gambar komposit yang di potong untuk specimen



9. Gambar specimen komposite untuk uji tensil strength



10. Gambar specimen komposite untuk uji tensil strength



11. Gambar specimen komposite untuk uji impak/tekan



LAMPIRAN B. FORMULIR EVALUASI ATAS CAPAIAN LUARAN KEGIATAN

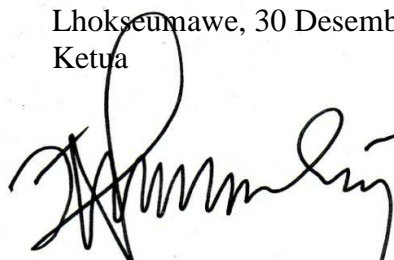
Ketua : Zulnazri, S.Si, MT
Perguruan Tinggi : Universitas Malikussaleh
Judul : Fabrikasi Material Mikrokomposit dari Plastik Daur Ulang Multi Komponen dengan Pengisi Serbuk Tandan Kosong Kelapa Sawit menggunakan Metode Melt Blanding
Waktu kegiatan : tahun ke 1 dari 2 tahun

No	Luaran Yang di rencanakan	Capaian
1	Produk mikrokomposit yang dihasilkan dalam bentuk papan komposit dapat dijadikan sebagai material casing elektronik, dan papan/panel elemen elektronik karena komposit ini bersifat isolator dan tahan panas tinggi.	70 %
2	Sedang di proses dalam INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCE, ISSN: 0020-7225	50 %
3	Diseminarkan pada Seminar Ilmiah Nasional di USU Medan	2014

Publikasi Ilmiah

Artikel Jurnal ke - 1	Keterangan
Nama jurnal yang di tuju	International Journal Of Engineering Science, ISSN: 0020-7225
Klasifikasi jurnal	International
Impact factor jurnal	2009 :1.360 © Thomson Reuters Journal Citation Reports 2010
Judul Artikel	Polypropylene MikroComposite Reinforcement With Oil Palm Empty Fruit Bunch Fiber (EFB) Zulnazri ¹ , Suryati ² , Sulhatun ³
Status Naskah :	
Draf artikel	Sudah disiapkan
Sudah dikirim ke jurnal	Belum dikirim
Sedang di telaah	Masih di edit
Sedang di revisi	Masih di konsultasi dengan Mitra
Sudah diterima	B elum

Lhokseumawe, 30 Desember 2013
Ketua



Zulnazri, S.Si, MT
NIP 197512312006041002

ARTIKEL INTERNATIONAL



**POLYPROPYLENE MIKROCOMPOSITE REINFORCEMENT WITH
OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCH FIBER (EFB)**

By:

**Zulnazri, S.Si., MT
Suryati, ST, MT
Sulhatun, ST, MT**

**UNIVERSITY MALIKUSSALEH
NOVEMBER 2013**

Polypropylene MikroComposite Reinforcement With Oil Palm Empty Fruit Bunch Fiber (EFB)

Zulnazri¹, Suryati², Sulhatun³

^{1,2,3} Chemical Engineering Faculty of Malikussaleh University, Lhokseumawe, Indonesia,
Phone 24352, 0645-41373-40915/0645-44450/info@unimal.ac.id

Abstract

This article is the result of several research studies about cellulose fibers in polypropylene matrix. Researchers have reported methods of physical and chemical modification of EFB fibers into PP matrix and the addition of some additives to improve mechanical properties, morphologies, electrical properties and biodegradability of the composites. The method used is the one stage, two stages and a combination of both, using several tools such as: single screw extruder, Haake twin-screw extruder, Brabender twin-screw compounder, and Brabender plasticorder. Further characteristics of composites were tested by SEM (Scanning Electron Microscopy), FTIR (Infrared Spectrophotometry), and DTA (Differential Thermal Analysis).

Keywords: Empty Fruit Bunches (EFB), Polypropylene (PP), Composite, Test characteristics

1.Introduction

Oil palm empty fruit bunches (EFB), has not been used as a material economic value, and cause environmental pollution problems. EFB produced more than 250 tons per day, which comes from the milling (mill) palm oil, have been using the technique for handling incenerasi, but EFB can be used as a source of waste that can be reused. On the other hand the use of thermoplastic materials, such as polypropylene (PP) is very much taken for packaging, such as film bags, bottles and containers for packaging materials cheaper in the life of modern society.

Thermoplastic composites made from lignocellulosic materials such as wood and cellulose currently being developed. Lignocellulose as a filler has many advantages over inorganic filler, such as: low density, greater deformability properties, flexible during the process does not generate heat with the equipment during the process of low prices, and derived from renewable resources. Thermoplastic material and filler from plant fibers, these are essentially incompatible materials, because of differences in polarity, so that the necessary modification processes such as: in situ crosslinking, addition of compatibilizer and

copolymerization of functional groups on the polymer and filler. (Basuki, et al., 2004). Some chemicals are developed for compatibility between the two materials are: maleic-modified anhydride of polypropylene, poly [methylene (polyphenyl isocyanate)], poly (propylene-acrylic acid) and silanes. (Rozman, et, al., 2002). Modification process of the polymer using a reactive process techniques have been reported by several investigators. The final result of the modification reaction to increase the compatibility of polymer materials using lignocellulosic filler. Impact strength, dynamic fracture, effect of water on electrical properties, flexural and tensile properties of fiber reinforced polymer polypropylene with EFB has been reported by several investigators.

2. Oil Palm Empty Fruit Bunch Fiber As a Fillers

Characteristics of oil palm empty fruit bunch fiber is hidrifilik (hydroxyl groups in cellulose, lignocellulose and hemicellulose), a good interfacial adhesion properties, and low resistance to the absorption of moisture when the lignocellulosic used in the composite. For this reason lignocellulosic fibers treated with appropriate chemicals. (Rozman, et, al., 2002). Compared with inorganic filler biodegradable lignocellulosic filler has a low density, greater deformability properties, small abrasive properties, high stiffness properties, reduced dermal and respiratory irritic, good thermal properties, improved energy recovery and cheap. (Khalid, et al., 2007). In principle the preparation of filler intended to get fiber to the size and moisture content are uniform. The finer the fiber the greater the surface contact between the filler with the matrix, so the products become more homogeneous. However, when viewed from the decorative aspect, the composite powder with a larger size will produce a better profile because the distribution of the wood powder to provide its own value.

3. Polypropylene As a Matrix

Polypropylene is a plastic that is thermoplastic, which can be easily re-shaped and processed into other forms. In general there are four requirements for a plastic waste can be processed by an industry, among other waste must be in the form of a certain homogeneous as needed (seeds, pellets, powder, pieces), the waste must be homogeneous, not contaminated, and strived not oxidized. To overcome this problem, before use of plastic waste is processed through simple steps, namely separation, cutting, washing and removal of substances such as iron and so forth. After the reduced size, the next PP heated to its melting point, and then processed to form pellets. Before being used as composite matrix differential thermal analysis (DTA). In the two-stage process, pellets are diblending first with coupling

agent that serves as a compatibilizer in the manufacture of composites.

4. Composite Preparation

Basically, the manufacture of composite can be made through the process one stage, two-stage process and continuous process. At one stage process, all raw materials are mixed first and then manually inserted into the appliance (kneader) and processed to produce composite products. In the two-stage process of plastic raw materials be modified first, and then mixed filler simultaneously in the kneader and formed into a composite. The combination of these stages are known as continuous process. In this process the raw materials incorporated gradually and sequentially in the kneader and then processed through a composite product. Generally a two-stage process to produce a better product than the process one stage, but the process one stage requires a shorter time. The stages in this pengadonan adapted to the processes used, one stage, two stages or continuously. Condition in kneader most influential in making the composite is the temperature, the rate of rotation and time of kneader.

Single screw extruder

Basuki et al. 2004, the process of EFB is filled into polypropylene composites using laboratory-scale method of solution technique and reactive processing in a single screw extruder. Solution Method technique used in laboratory scale, carried out by dissolving polypropylene in xylene and added with a filler with various compositions and particle sizes. Refluk mixture with variation of time and with and without the addition of dicumyl peroxide as an initiator and acrylic acid as compatibilizer to determine the optimum compatibility. After evaporation of xylene, a mixture of chemical composition and physical properties analyzed are ready to be characterized. On a scale of production of reactive process polypropylene composites with filler made in a single screw extruder, as an ingredient added dispersing paraffin wax and stearat. Variable acids tested were: temperature, residence time, die diameter, the concentration of initiator, the content of compatibilizer agent and filler content. After the reaction, a mixture of polymer-shaped lumps and then put in a compression molded at 180°C for 3 minutes without pressure, and the addition of 3 minutes with a pressure of 100 kN to form polymer films, for microscopic examination, mechanical and homogeneity.

Haake twin-screw extruder

Rozman, et al., 2002, did the chemical modification of EFB with maleic anhydride, MAH (dissolved in dimethylformamide) at 90°C. MAH and filler mixture which has been processed carried out in a Haake twin-screw device extruder (counter rotating). Dicumyl peroxide 2% is added during the mixing process, the temperature of 165°C-180°C ranging from feeding zone and end zone, with a screw speed of 35 rpm. Mixture is then extruded and shaped pellets. Pellet prints with dimensions of 17.0 X17, 0x0.3 cm. Pellet then preheat 10 minutes at 180°C followed by hot pressing at the same temperature 10 minutes. Cooling conducted for 5 minutes, prior to testing flexural properties and impact.

Brabender twin-screw compounder

Khalid et al., 2007, processed cellulose and EFB fibers mixed in various ratios above 50% with PP matrix that has been processed using a Brabender twin-screw compounder, at a temperature of 180°C for 20 minutes, with a roller speed of 50 rpm. Sheet composites that have been printed with 1,2,3 mm thickness, produced at a temperature of 190°C and pressure of 150 kg/m². This process occurs early heating 5 minutes and 3 minutes, complete pressing in the hot press 3 minutes followed by cooling under pressure equipment that is equipped with a chiller. We then performed mechanical testing and the resulting composite morphologies.

Brabender plasticorder

Notingher et al., do the mixing matrix of PP with untreated cellulose fibers in brabender plasticorder, temperature 175-180°C, with rotor speed 60 rpm, and processing time 10 minutes. Then do the mold-pressing at 180°C for 8-10 minutes and quenching in cold water and then cut a composite sample according to the standard. The variation of the composite mixture is made of PP / CF (polypropylene: 30% untreated cellulose fiber), PP / cfm (polypropylene: cellulose fiber treated with grafted maleic acid anhydride 30%), PP/CF1 (polypropylene: cellulose fiber treated with the agent -1 30%) and PP/CF2 (polypropylene: cellulose fiber treated with the agent-2). Then the composite tested the mechanical properties and electrical conductivity.

5. Characterization and Treatment Effect on Composite

Composite testing conducted to determine whether the product has met the requirements specified for a particular use. This type of testing tailored to the needs, generally includes testing of physical properties, mechanical and thermal composite. Flexural

properties and tensile strength Processing of PP matrix using EFB fibers on a laboratory scale with tehniqe solution method, tensile strength properties of the composites increased with the addition of EFB fiber above 20% (by weight) with the addition of 3% (by weight) acrylic acid and 0.01 mol ratio of dicumyl peroxide. Meanwhile, the elongation showed a decrease trend. This observation also occurs when using a single screw extruder. Cellulose is more potent EFB is used as filler PP matrix compared with the untreated EFB fiber. Tensile strength and flexural modulus of cellulose is higher than the composite with filler fibers untreated EFB. Composite mechanical properties can be developed with the addition of coupling or bonding agent. Study successful use of various coupling agents such as grafted Maleic anhydride polypropylenr (Mapp) and Multi-functional acrylates (MFA) to develop a bond between cellulose and matrix polymers. (Kalid et, al., 2007). Nature morphology (SEM) The results of analysis by SEM, GPC and IR spectra show compatibilitas between EFB and PP with the addition of acrylic acid. (Basuki et al., 2004). Nature of impact strength PP composites by chemical modification of EFB filler with MAH, indicating the nature of flexural and impact strength compared with the untreated EFB with MAH. This is due to the adhesion between the MAH-treated EFB and PP matrix and are identified by the study by SEM. Analysis of infra-red (FTIR) showed the group C = C bond and C = O of MAH at 1630 cm^{-1} and 1730 cm^{-1} clearly. (Rozman, et, al., 2002). The nature of the effects of water The use of PP composites with natural fiber dispersion in electronic applications have constraints due to high moisture absorption of cellulose fibers, where this trait can reduce the electrical properties of composite materials. With chemical surface treatment of cellulose fibers the influence of water can be reduced. Selulolasa fiber processing by agent-1 $[\text{HS} (\text{CH}_2)_3\text{Si} (\text{OCH}_3)_3]$ and agent-2 $[\text{H}_2\text{N} (\text{CH}_2)_3\text{Si} (\text{OC}_2\text{H}_5)_3]$ can make chemical bonds (in particular amino groups) and cause mechanical and chemical properties of polymer composites in water. (Notingher, et, al., 2006).

6. Conclusion

Fiber Empty Fruit Bunches (EFB) can be used as a filler to produce polypropylene composites. Maximum tensile strength of composites is obtained when the filler content of 20% (weight), although the elongation showed a decrease trend with increasing filler. Addition of acrylic acid obtained by the compatibility between the filler and polypropylene. (Basuki et al., 2004). Reaction of MAH with TKS has been observed with FTIR analysis showed characteristic peaks of MAH EFB filler. Composites with MAH-treated fillers showed flexural and impact properties are high. SEM showed adhesion properties and good

compatibility between EFB and PP matrix as a result of chemical modification using MAH. (Rozman, et, al., 2002). Cellulose is used as filler treated thermoplastic potential compared with untreated EFB against PP. Tensile and flexural properties of the treated cellulose is higher than untreated EFB. Mechanical properties of these composites increased with the coupling and bonding agent Grafted Maleic anhydride polypropylene (Mapp) and Multi-functional acrylates (MFA) to enhance the bonding between cellulose and matrix polymers. (Khalid, et al., 2007). Processing of cellulose fibers to a significant increase mechanical properties (tensile strength, modulus of elasticity, hardness) of polymer composites. Treatment with agents to result in either a chemical bond with cellulose fibers to improve mechanical properties. Immersi polymer composite in water affect the electrical properties of composites. Samples of polymer composites prepared with treated cellulose gives resistivity after immersion in water. Processing of cellulose fibers with chemical bonding agents increases (in particular amino groups) to develop the mechanical and chemical properties of polymer composites that berimersi in water. (Notingher, et,al.,2006).

7. Reference

- [1]. Basuki, W., et al., 2004, Oil palm empty fruit bunch popypropylene filled composites, *Int. J. Polymeric Materials*, 53: 295-306.
- [2]. Rozman, HD, et al., 2002, Flexural and impact properties of oil palm empty fruit bunch (EFB)-polypropylene composites-the effect of Maleic anhydride chemical modification of EFB, *J. Polymer Testing*, 22: 335-341.
- [3]. Rozman, HD, et al., 2001, Polypropylene-oil palm empty fruit bunch-glass fiber hybrid composites: a preliminary study on the flexural and tensile properties, *European Polymer Journal*, 37: 1283-1291.
- [4]. Khalid, M, et.al., 2007, Comparative study of polypropylene compositis reinforced with oil palm fiber empty fruit bunch and palm oil derived cellulose, *J. Materials Design*, 29: 173-178.
- [5]. Keener, T.J, et. al., 2004, Maleated coupling agents for natural fiber composites, *Composites Part A: applied science and manufacturing*, 35: 357-362
- [6]. Notingher, PV, et al, 2006, The effect of water on electrical properties of polymer composites with cellulose fibers, *Journal of Optoelectronics and advanced materials*, 8: 687-689.