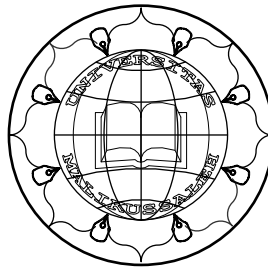


**LAPORAN AKHIR
HIBAH PENELITIAN KERJASAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI
(HIBAH PEKERTI)**



**FABRIKASI MATERIAL KOMPOSIT PLASTIK PP DAN HDPE
DENGAN PENGUAT MIKRO *FILLER* TANDAN KOSONG KELAPA
SAWIT DENGAN PROSES *SCREW EXTRUDER***

Tahun ke-2 dari rencana 2 tahun

Ketua/Anggota TPP:

Zulnazri, S.Si, MT /0031127512
Dr. Suryati, ST, MT /0023077002
Dr. Ir. Nasrun, MT /0001016429

Ketua/Anggota TPM:

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

**UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
DESEMBER 2014**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Kegiatan : Fabrikasi Material Komposit dari Plastik Polipropilen, LDPE dan HDPE dengan Penguat Mikro Filler Serbuk Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Ekstruder

Peneliti / Pelaksana

Nama Lengkap : ZULNAZRI S.T.,M.T.
NIDN : 0031127512
Jabatan Fungsional :
Program Studi : Teknik Kimia
Nomor HP : 085283059515
Surel (e-mail) : zoelnazri@yahoo.co.id

Anggota Peneliti (1)

Nama Lengkap : SURYATI S.T., M.T.
NIDN : 0023077002
Perguruan Tinggi : Universitas Malikussaleh

Anggota Peneliti (2)

Nama Lengkap : Dr.Ir. NASRUN MT
NIDN : 0001016429
Perguruan Tinggi : Universitas Malikussaleh

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra :
Alamat :
Penanggung Jawab :

Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun

Biaya Tahun Berjalan : Rp. 40.000.000,00

Biaya Keseluruhan : Rp. 172.725.000,00

Mengetahui
Lektor Kepala

(Yulius Dharma, S.Ag, M.Si)
NIP/NIK 197207132002121005

Lhokseumawe, 26 - 8 - 2014,
Ketua Peneliti,


(ZULNAZRI S.T.,M.T.)
NIP/NIK

RINGKASAN

Penelitian ini berhubungan dengan pembuatan komposit dari material limbah plastik menggunakan mikro filler Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), di mana material plastik yang digunakan sebagai matrik adalah Polietilen (PP) dan *Hight Density Polyethilene* (HDPE) sedangkan pengisi atau *filler* digunakan TKKS dengan ukuran 63 dan 90 mikrometer. Metode yang digunakan dalam penelitian tahun ke 2 ini dengan proses *screw extruder*, di mana pada metode ini material plastik dan *filler* masing-masing dilarutkan dengan bahan *compatibilizer* selanjutnya di-*mixing* di dalam alat *extruder* dengan memberikan panas/temperatur sekitar 160 – 170 °C. Produk dari penelitian ini berupa butiran atau *pellet* komposit yang kemudian dicetak dengan *hot press* untuk dibentuk sebagai *specimen* atau di-*modelling* sesuai dengan kebutuhan industri. Dalam penelitian ini target aplikasinya adalah sebagai bahan substitusi kayu untuk kebutuhan interior, meubel, *casing* elektronik serta *board*/papan elemen elektronik.

Polipropilen (PP) dan *Hight Density Polyethilene* (HDPE) adalah jenis plastik yang banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari diantaranya sebagai kemasan botol plastik, ember plastik, suku cadang kendaraan bermotor, bahan elektronik, peralatan rumah tangga dan lain sebagainya yang sifatnya *disposable*. Limbah ini merupakan bahan yang tidak dapat diuraikan secara biologis oleh mikroorganisme pengurai, tidak dapat menyerap air, dan tidak dapat berkarat sehingga penumpukan limbah plastik ini di lingkungan hidup terus bertambah seiring dengan bertambahnya kebutuhan manusia.

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 tetap awet dan bertahan lama dikarenakan sudah tertutupi oleh plastik sehingga mikroorganisme pembusuk tidak dapat masuk. Disamping itu jika dibasahi dengan bahan kimia (*compatible*) maka serat ini akan membentuk ikatan pada komposit. Material PP dan HDPE ini di-*crusher* dalam ukuran kecil, selanjutnya dicampurkan dengan *benzoil peroxide* (BPO) yang sudah diencerkan dengan *xylena*, *filler* TKKS yang telah halus dilarutkan dalam *Maleic Anhydride* (MAH). Kemudian kedua bahan tersebut dicampurkan dalam ekstruder untuk mendapatkan *pellet* komposit, selanjutnya dilakukan pengepresan dan dibuat dalam bentuk spesimen untuk diuji kualitasnya.

Produk dari penelitian ini berupa butiran atau *pellet* komposit yang siap dicetak atau di-*modelling* sesuai dengan kebutuhan. Target aplikasi penelitian ini adalah sebagai bahan substitusi kayu untuk kebutuhan interior, meubel, *casing* elektronik serta *board*/papan elemen elektronik.

Hasil penelitian ini selain dapat menawarkan produk kepada industri, dapat juga memberikan kontribusi kepada laboratorium TPP, di mana TPP dapat menerapkan model penelitian ini di laboratorium dan dapat memberdayakan mahasiswa dalam melakukan penelitian tugas akhir. Di samping itu juga dapat meningkatkan fasilitas peralatan penelitian ini di laboratorium TPP sehingga dapat dimanfaatkan untuk penelitian selanjutnya.

Kata Kunci: Plastik, filler, TKKS, komposit, PP, HDPE.

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan petunjuk dan rahmat-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir Penelitian yang berjudul “Fabrikasi Material Komposit Plastik PP dan HDPE dengan Penguat Mikro *Filler* Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses *Screw Extruder*”. Selanjutnya shalawat dan salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah mengeluarkan ummatnya dari alam kebodohan kepada alam yang berilmu pengetahuan.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan tahun ke-2 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 sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Apridar, SE, MSi, sebagai Rektor Universitas Malikussaleh.
2. Bapak Dr. Sutarman, MSc. sebagai Dekan FMIPA USU.
3. Bapak Prof. Basuki Wirjosentono, MS, PhD sebagai Ketua TPM.
4. Ibu Dr. Halimatuddahlia sebagai Anggota TPM.
5. Bapak Direktur Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Ditjen Dikti Kemdikbud RI atas dukungan dana melalui Program Penelitian Hibah PEKERTI Tahun Anggaran 2013 kepada penulis.
6. 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 2014

Tim Penyusun

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 Sebagai Filler	7
2.3 Polipropilena sebagai matriks	8
2.4 Low Density Polyethylene (LDPE)	10
2.5 High Density Polyethylene (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	 26
4.1 Waktu dan tempat	26
4.2 Alat dan bahan	26
4.3 Prosedur Kerja	27
4.4 Diagram Alir	30
 BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN	 31
5.1 Analisis Uji Kekuatan Tarik/ <i>Tensile Test</i>	33
5.2 Studi <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	36
5.3 Analisis Uji <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	38
5.4 Analisis Uji Termal dengan <i>Differential Scanning Calorimeter</i> (DSC)	40
 BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	 44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN 1 : Penggunaan Anggaran Penelitian	47
LAMPIRAN 2 : Catatan Harian Penelitian Hibah Pekerti tahun ke-2	49
LAMPIRAN 3 : Luaran Penelitian : Artikel International	55

DAFTAR TABEL

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

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 Latar Belakang

Hampir semua sektor kehidupan dewasa ini menggunakan polimer sintetik terutama plastik dalam berbagai kebutuhan. Kebanyakan produk dan material menggunakan plastik sebagai kemasan atau sebagai bahan dasar. Setiap tahun sekitar 100 juta ton plastik diproduksi dunia untuk digunakan di berbagai sektor industri. Perkiraanannya sebesar itulah sampah plastik yang dihasilkan dalam setiap tahun.

Sesuai perkiraan Industri Plastik dan Olefin Indonesia (INAPlas) disebutkan, kebutuhan plastik masyarakat Indonesia pada tahun 2002 sekira 1,9 juta ton kemudian meningkat menjadi 2,1 juta ton pada tahun 2003. Sementara kebutuhan plastik dalam negeri pada 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 oleh mikroorganisme. 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 dengan cara depolimerisasi 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. 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 bagi lingkungan karena pembusukannya membutuhkan waktu. TKKS yang dihasilkan lebih dari 250 ton per hari, yang berasal dari penggilingan (*mill*) minyak kelapa sawit, selama ini menggunakan teknik pembakaran dalam 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 moderen.

Komposit termoplastik yang terbuat dari material pengisi lignoselulosa seperti serat kayu dan tandan sawit saat ini sedang dikembangkan. Lignoselulosa sebagai *filler* memiliki banyak keuntungan dibandingkan *inorganic filler*, antara lain, densitas rendah, sifat deformabilitas besar, fleksibel, tidak menimbulkan panas pada peralatan selama proses, harga yang murah, dan berasal dari *renewable resources*. Material termoplastik 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 *xylane* (Rozman, et al., 2002).

Serat TKKS merupakan serat lignoselulosa yang dapat digunakan sebagai *filler* untuk menghasilkan komposit PP dan komposit HDPE yang baik. 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. Dalam penelitian ini komposit PP dan HDPE dengan serat TKKS dalam ukuran mikro akan diproses lebih lanjut dengan menggunakan metode *screw extruder*.

Produk dari penelitian ini berupa butiran atau pellet komposit yang siap dicetak atau di-modeling sesuai dengan kebutuhan. Dalam penelitian ini target aplikasinya adalah sebagai bahan substitusi kayu untuk kebutuhan interior, furnitur, casing elektronik serta board/papan elemen elektronik.

1.2 Lingkup Penelitian

Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian tahun pertama yang dilakukan terhadap material limbah termoplastik PP, LDPE dan HDPE, filler yang digunakan adalah TKKS dalam bentuk serbuk ukuran 63, 75, 90, 106 mikrometer, dengan menggunakan metode *melt blending*. Hasil penelitian tahun pertama, dari ketiga jenis komposit di atas diperoleh kualitas terbaik pada penggunaan filler 63 mikrometer, dengan perbandingan komposisi 70 : 30 dan 60 : 40 persen. Hasil ini dapat digunakan sebagai bahan substitusi kayu untuk perabot dan furnitur, dan interior perumahan dan bahan pembuatan casing serta board elemen elektrik.

Pada penelitian ini dilakukan peningkatan kualitas terhadap komposit PP dan HDPE dengan menggunakan *filler* TKKS berukuran 63 mikrometer dan sebagai pembanding menggunakan *filler* 90 mikrometer. PP dan HDPE ini dicampurkan dengan *Benzoil peroxide* (BPO) yang sudah dilarutkan dalam xilena, dan *filler* TKKS dilarutkan

dalam *Maleic Anhydrite* (MAH) yang telah diencerkan dengan xilena. Kemudian matrik dan *filler* dicampur dalam ekstruder untuk mendapatkan pellet komposit, selanjutnya dilakukan pengepresan dan dibuat dalam bentuk spesimen untuk diuji kualitasnya. Hasilnya diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan utama pembuatan casing yang berkualitas serta board elemen elektrik yang tahan panas tinggi.

1.3 Permasalahan

Beberapa permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengolahan limbah serat alam dari tandan kosong kelapa sawit menjadi mikrofibril selulosa sebagai *filler* untuk peningkatan sifat bahan.
2. Bagaimana kondisi operasi proses ekstruder yang tepat (waktu operasi, temperatur, ukuran filler, perbandingan komposisi plastik dan filler).
3. Bagaimana karakterisasi komposit yang dihasilkan terhadap kualitas yang dibutuhkan untuk bahan yang diinginkan.

1.4 Penyelesaian masalah

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit dengan PP dan HDPE sebagai matriks, dan limbah TKKS 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, semakin kecil ukuran partikel pengisi maka luas antar muka akan semakin besar sehingga interaksi semakin kuat dan sifat komposit semakin baik. Penghalusan serat TKKS berukuran mikrometer akan dapat meningkatkan sifat-sifat mekanik, sifat termal, morfologi permukaan, dan degradasi komposit sulit terjadi.

Keserasian antara mikrofibril dari TKKS dengan PP dan HDPE sangat rendah, hal ini disebabkan sifat kepolaran yang berbeda antara selulosa mikrofibril TKKS dengan PP 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.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

Komposit adalah material dengan gabungan dua atau lebih komponen yang berbeda sifatnya untuk menghasilkan sifat baru 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 *filler* yang digunakan adalah serat TKKS dengan ukuran mikrometer. Serat-serat ini berbeda dengan partikel lain, bila diujarkan 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).

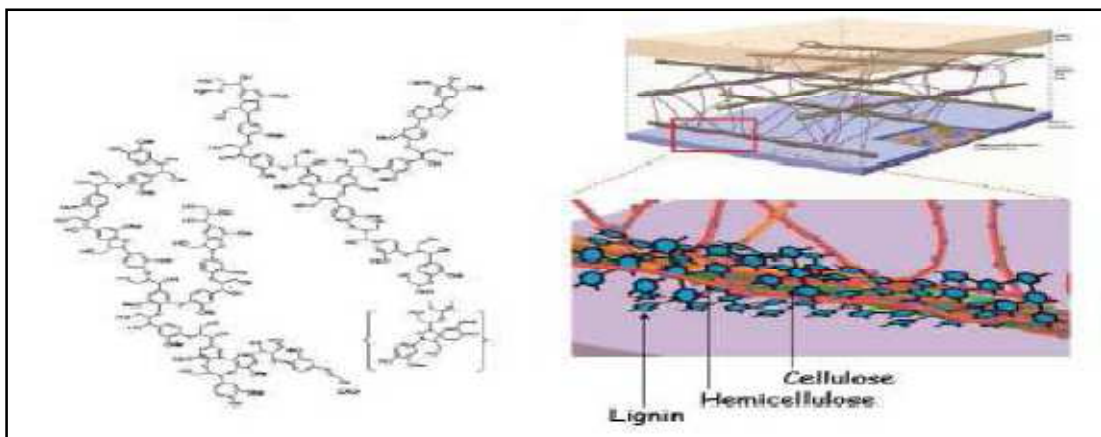
Banyak jenis bahan yang dapat digunakan sebagai bahan utama atau matrik dalam pembuatan komposit diantaranya polimer termoplastik yang terdiri dari Polipropilen (PP), Polietilen (PE), Polietilen Tereftalat (PET), High Density Polietilen (HDPE), Low Density Polietilen (LDPE) dan lain-lain. PP, LDPE dan HDPE adalah jenis yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari 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 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Pengisi (*filler*)

TKKS memiliki karakteristik *hidrofilik* (gugus hidroksil dalam selulosa, lignin 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 TTKS dapat dilihat pada Tabel 2.1.

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

Beberapa Parameter fisika yang terkandung dalam TKKS dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Parameter fisik TKKS

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	25.00	-	Isoi, 2008

Sumber: Sutikno, 2009

Pada Tabel 2.4 dapat dilihat karakteristik geometri polisakarida nanokristal dari beberapa sumber tanaman dan hewan, dimana panjang (L), diameter (D) partikel yang diperoleh dari hidrolisis asam dari selulosa atau kitin

Tabel 2.4 Karakteristik geometri polisakarida nanokristal dari beberapa sumber

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)
	Crab shell	80–600	8–50	(17)
	<i>Riftia</i> tubes	500–10 000	18	(18)
Chitin	Shrimp	50–300	5–70	(19)
	Squid pen	150–800	10	(20)

Sumber: Dufresne A, 2007

2.3 Polipropilena (PP) 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.

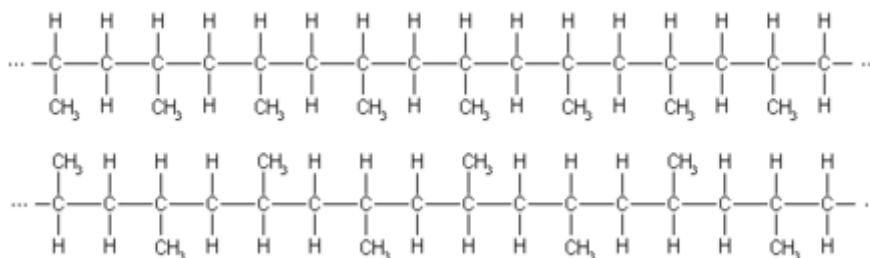
Setelah diperkecil ukuran, PP selanjutnya dipanaskan sampai titik lelehnya, kemudian diproses hingga berbentuk pellet. Sebelum digunakan sebagai matriks komposit dilakukan analisis termal diferensial (DTA). Pada proses dua tahap, pellet tersebut diblending terlebih dahulu dengan *coupling agent* yang 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 pada 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 $\sim 160^{\circ}\text{C}$ (320°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.

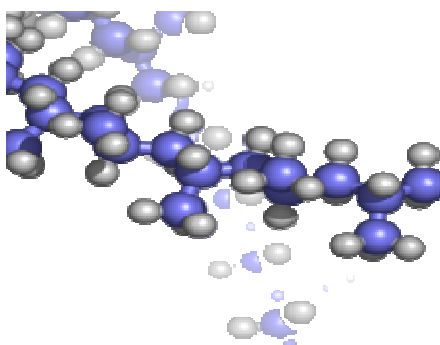
Ada tiga tipe umum PP, yaitu *homopolymer*, *random copolymer* dan *impact copolymer* atau kopolimer blok. Comonomer yang digunakan adalah etena. Karet etena-propilena yang ditambahkan ke homopolimer PP meningkatkan kuat dampak suhu

rendahnya. Monomer etena berpolimer acak yang ditambahkan kepada homopolimer PP akan menurunkan kristalinitas polimer dan membuat polimer lebih tembus pandang.



Gambar 2.2 Struktur polipropilena

Ruas-ruas pendek 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 (CH_3 dalam gambar sebelah kiri) yang dibandingkan dengan gugus metil pada 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.

2.4 Low Density Polyethylene (LDPE)

Low Density Polyeten (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).

2.5 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)

2.6 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-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.

1. 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 ke dalam zona pencampuran di sekitar 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 didefinisikan 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).

2. 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).

3 ***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.

4 *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*.

5. *Brabender twin-screw compounder*

Khalid et, al., 2007, mengolah selulosa dan serat TKS yang dicampur dalam berbagai rasio di atas 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.

6. *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*.

2.7 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 terhadap sifat fisis, mekanis serta termal komposit.

Sifat *flexural* dan *tensile strength*

Pengolahan matriks PP menggunakan serat TKKS pada skala laboratorium dengan metode *solution technique*, 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 kompatibilitas 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 $+R\cdot$ (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 *filler* dalam pembuatan mikrokomposit, yang merupakan hasil buangan industri CPO yang berlimpah di lingkungan hidup.
2. Untuk mengetahui kualitas komposit yang dibuat dari termoplastik PP dan HDPE daur ulang dengan proses *screw extruder*.
3. Memanfaatkan material komposit sebagai bahan pengganti kayu dalam kebutuhan perabot dan interior rumah tangga.
4. Untuk mengetahui komposisi bahan dan modifikasi bahan yang tepat untuk mendapatkan karakteristik dan sifat biodegradabilitas biokomposit yang baik.
5. Untuk mengetahui mekanisme interaksi akibat penambahan bahan penyerasi (mikrofibril) dan bahan *compatibilizer* terhadap sifat-sifat mikrokomposit yang dihasilkan.
6. Mengetahui 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 dan board elemen elektronik.
2. Memberikan nilai tambah terhadap limbah padat TKKS sebagai bahan lignoselulosa 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 dilaksanakan pada bulan Juni sampai dengan bulan Oktober 2014, dilaksanakan di Laboratorium Polimer FMIPA Universitas Sumatera Utara, Laboratorium Politeknik Negeri Lhokseumawe, dan Laboratorium Energi ITS Surabaya.

4.2 Alat dan Bahan

4.2.1 Alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain *Crusher*, *Grinding mill*, Ayakan getar, Oven, Timbangan digital, Hot plate, Seperangkat alat *Mixer*, Cetakan pengepresan atas bawah yang berukuran 200 x 200 x 1 mm, Cetakan Pengepresan tengah dalam bentuk specimen, *Screw extruder*, *Hot press*, Alat uji *Differential Scanning Calorimeter (DSC)*, Alat uji *Tensile Strength*. Alat uji *Impact*, Alat uji *Scanning Electron Microscopy (SEM)*, Alat uji *Fourier Transform Infra-Red (FTIR)*.

4.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), Plastik daur ulang PP, dan HDPE putih, Pelarut *xylene*, *Maleic Anhidrate (MAH)*, *Benzoil peroksida (BPO)*

4.2.3 Variabel Penelitian

Adapun variabel-variabel pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

A. Variabel Tetap :

1. Waktu pengempaan : 15 - 20 menit
2. Suhu pengempaan : 145 - 160 °C
3. Pelarut *xylene* : 70%
4. MAH : 2,5 % dalam xilena
5. BPO : 0,25 % dalam xilena

B. Variabel Bebas :

1. Bahan Baku Matrik : PP dan HDPE
2. Ukuran partikel *filler* : 63 dan 90 μm .

3. Perbandingan komposisi :

Matrik (gr)	: 70, 60
filler (gr)	: 30, 40.

C. Variabel Terikat

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

4.3 Prosedur Kerja

Prosedur kerja dalam penelitian ini terdiri dari empat tahap :

1. Tahap pengolahan plastik bekas PP dan HDPE
2. Tahap pengolahan serat TKKS
3. Tahap pengolahan komposit dan
4. Tahap pengujian komposit.

4.3.1 Tahap Pengolahan Plastik bekas PP dan HDPE sebagai Matrik

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 di *crusser* hingga ukuran menjadi lebih kecil
3. Material ini ditimbang dan siap untuk digunakan.

4.3.2 Tahap Pengolahan Serat TKKS sebagai Filler

Prosedur 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. Dihaluskan lagi dengan *grinding mill* dan diayak hingga berukuran mikro (ukuran divariasikan), filler ditimbang sesuai dengan perbandingan komposisi dan siap untuk digunakan.

4.3.3 Tahap Pembuatan Komposit

Prosedur pembuatan komposit adalah sebagai berikut :

1. Dipersiapkan seperangkat alat ekstruder, *hot plate*, *labu leher tiga*, *penangas air*, *condenser*, *pengaduk* dan *termometer*.
2. Matrik plastik sebanyak 70 gr dicampurkan dengan inisiator BPO 0,25 % sebanyak 20 mL diaduk hingga bercampur rata.
3. Filler TKKS 30 gr dicampur dengan compatibilizer MAH 2,5 % sebanyak 20 mL, diaduk hingga rata.
4. Kedua bahan ini dicampur sehingga jumlahnya menjadi 100 gr atau 100 %, setelah pencampuran homogen konsentrasi BPO menjadi 0,05 % dan MAH menjadi 0,5 %.
5. Campuran tersebut diekstruder dalam *single screw extruder*. Variabel yang dioptimalkan dalam proses ini adalah : suhu, waktu tinggal disesuaikan dengan sifat-sifat bahan, rasio matrik dengan *filler*.
6. Setelah proses reaksi selesai diperoleh produk (campuran polimer)) berbentuk *pellet*
7. Hasilnya dimasukkan dalam cetakan spesimen yang berukuran sesuai standar ASTM
8. Kemudian cetakan dimasukkan dalam *compression moulded* pada 145-180°C selama 3 menit tanpa tekanan, dan penambahan 10 menit dengan tekanan 100 kN, sehingga diperoleh spesimen komposit, untuk pengujian mikroskopik, *mechanical* dan homogenitas.
9. Komposit dibiarkan hingga suhu kamar dan siap untuk dilakukan pengujian.
10. Prosedur ini diulangi lagi untuk perbandingan komposisi yang lain dan jenis matrik lain.

4.4 Tahap Analisa dan Pengujian

4.4.1 Uji Tarik dengan *Tensile Strength*

1. Bagian spesimen komposit yang telah dicetak sesuai ASTM D-638-72 type IV, dipasangkan pada alat *Tensile Strength*.

- Setelah ditarik maka keluarlah angka kuat tarik pada monitor alat tersebut, masukkan ke dalam 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)

4.4.2 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.

4.4.3 Analisis Fourier Transform Infra Red (FTIR)

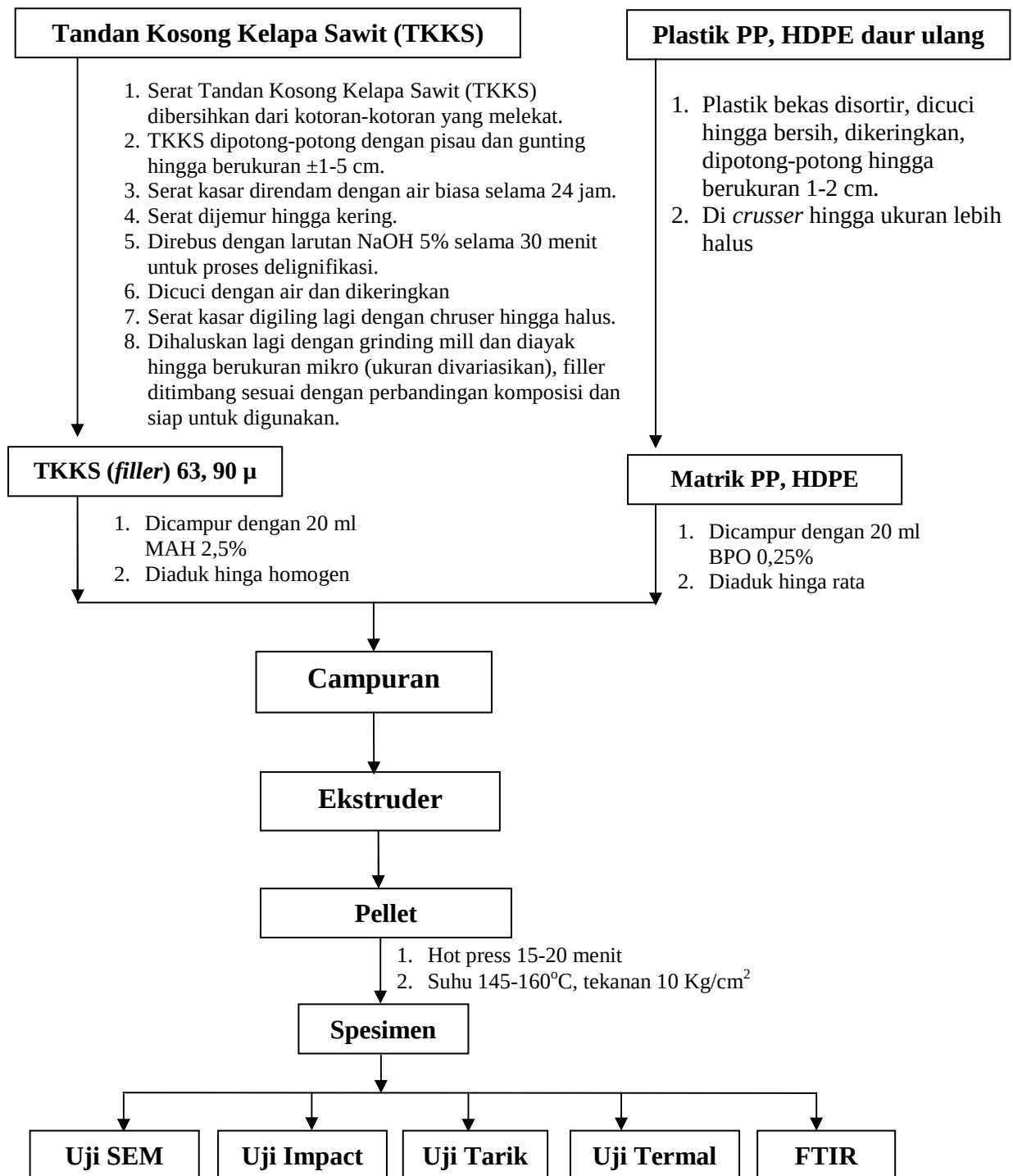
Hasil dari papan komposit dikerok lebih kurang sebanyak 5 gram, dan kemudian di sinar dengan cahaya infrared. Maka dimonitor akan tampak grafik yang memiliki nilai dari garis kurva bergelombang.

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

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

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

4.5 Diagram Alir Proses Penelitian



BAB 5

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan pada penelitian ini antara lain adalah pengolahan plastik bekas (PP dan HDPE) dengan metode *crusser*, pengolahan serat TKKS sebagai *filler* dengan metode *grinding mill*, dan proses pencampuran kedua bahan tersebut dengan metode *Screw extruder*. Pada pengolahan TKKS diperoleh berupa produk *filler* dengan ukuran 63 dan 90 mikrometer. Proses pembuatan komposit dengan metode ekstruder dilakukan dengan cara mencampurkan matrik plastik dengan *filler*, dimana sebelumnya matrik PP sebanyak 70 gr dibasahi dengan benzoil peroksida 0,25 % sebanyak 20 ml dan diaduk sampai merata ke seluruh permukaan matrik, kemudian *filler* 30 gr dicampur dalam maleat anhidrat 2,5 % sebanyak 20 ml sampai homogen, selanjutnya matrik dan filler tersebut dicampur dan diaduk sampai homogen, selanjutnya campuran tersebut dimasukkan dalam alat *screw ekstruder* dan dioperasikan selama 20 menit pada temperatur 160°C. Hasil ekstruder ini sebenarnya disebut juga komposit yang berupa butiran pellet yang keras dan kaku. Kemudian komposit dalam bentuk pellet ini dicetak sebagai specimen dengan metode *hot press*. Hasilnya berbentuk specimen lempengan tipis yang digunakan untuk pengujian dan karakterisasi.

Dari hasil uji blending campuran matriks PP dan filler yang telah dilakukan di tahun I, dihasilkan komposit yang belum sempurna (komposit belum homogen). Sehingga pada tahun ke 2 ini dilakukan perubahan proses blending dengan metode *screw ekstruder*. Pada skala produksi proses pembentukan komposit dari matrik (HDPE dan PP) dengan filler dilakukan dalam *single screw extruder*, sebagai bahan inisiator ditambah benzoil peroksida dan bahan pengikat ditambahkan MAH agar komposit semakin kompatibel. Variabel yang dioptimalkan dalam proses ini adalah suhu, waktu tinggal, konsentrasi inisiator, kandungan *kompatibilizer agent* dan kandungan *filler*. Setelah proses reaksi selesai diperoleh produk komposit (campuran polimer) berbentuk *pellet*, 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.

Pada proses ekstruder ini diperoleh komposit campuran PP dan *filler* yang sangat homogen yang berupa butiran *pellet* yang keras dan kaku. Hasil ini sangat bagus jika dilihat secara fisik karena tidak mudah dihancurkan dan tidak mudah retak.

Kemudian komposit dalam bentuk pellet ini dicetak sebagai specimen dengan metode *hot press*. Hasil dari cetakan ini berbentuk *specimen* ASTM D-638 tipe IV seperti yang terlihat pada Gambar 5.1 dan 5.2, kemudian *specimen* ini diuji sifat-sifat mekanis dan kimia.



Gambar 5.1 Cetakan *Specimen* ASTM D-638 tipe IV



Gambar 5.2 *Specimen* komposit PP yang sudah dicetak

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).

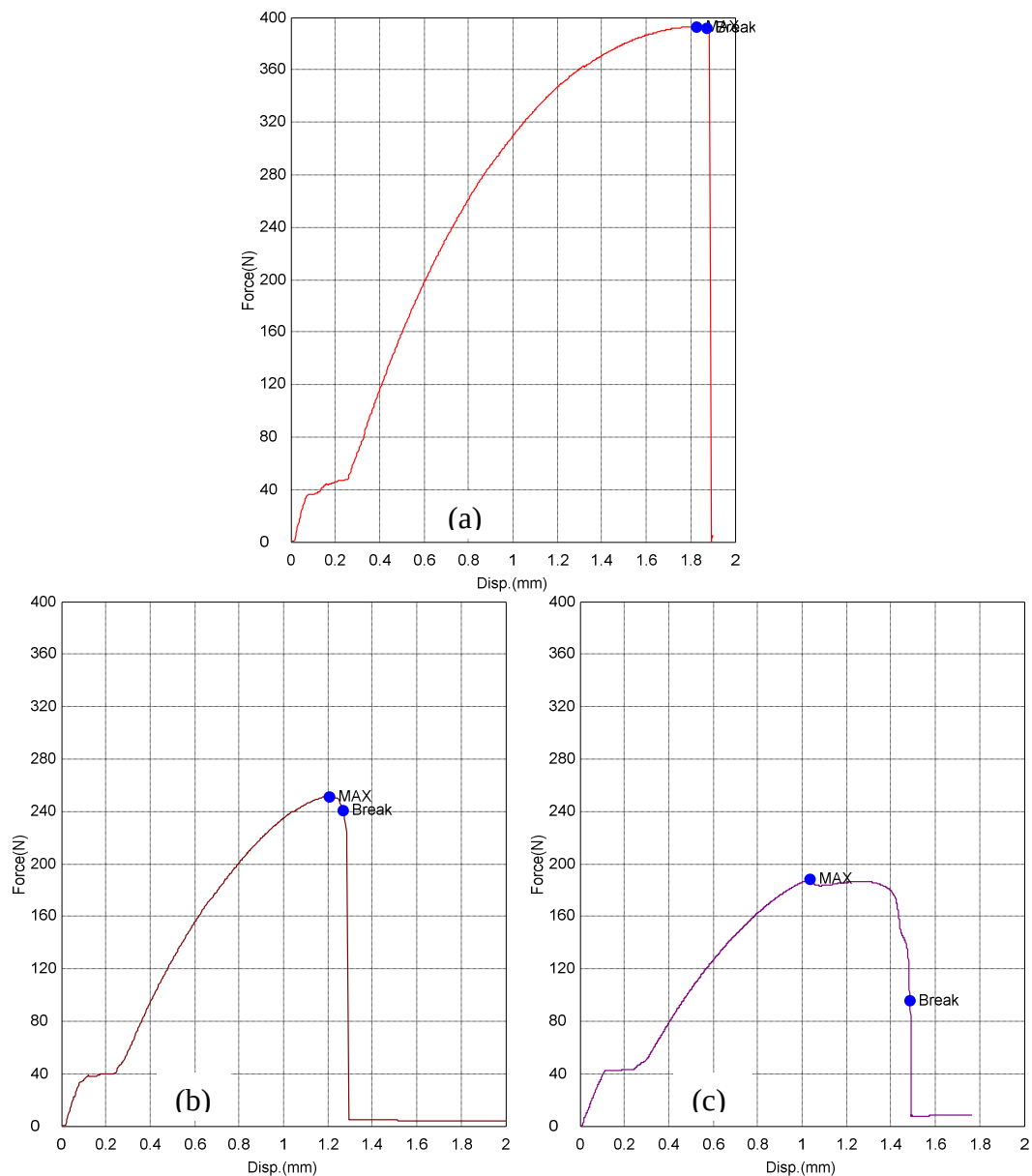
5.1 Analisis Uji Kekuatan Tarik/*Tensile Test*

Tabel 5.1 menunjukkan hasil uji kekuatan tarik/*tensile test* komposit HDPE dan PP pada berbagai perlakuan.

Tabel 5.1 Hasil uji kekuatan tarik/*tensile test* komposit HDPE dan PP

Name	Thickness	Width	Gauge_Length	
Unit	mm	mm	mm	
HDPE 60:40 90um	2.550	7.300	50.000	
HDPE 70:30 63 um	2.600	7.400	50.000	
HDPE 70:30 90 um	2.650	7.400	50.000	
PP 60:40 63 um	2.500	7.500	50.000	
PP 60:40 90 um	2.900	7.700	50.000	
PP 70:30 63 um	2.500	7.500	50.000	
PP 70:30 90um	2.400	7.550	50.000	
Name	Max_Force	Max_Stress	Break_Force	Break_Displacement
Parameters	Calc. at Entire Area	Calc. at Entire Area	Sensitivity: 10	Sensitivity: 10
Unit	N	MPa	N	mm
HDPE 60:40 90um	392.934	21.1084	391.556	1.87228
HDPE 70:30 63 um	251.346	13.0637	240.267	1.26898
HDPE 70:30 90 um	187.903	9.58201	95.6742	1.4865
PP 60:40 63 um	288.858	15.4057	285.255	1.03565
PP 60:40 90 um	313.247	14.0281	155.086	1.4165
PP 70:30 63 um	301.935	16.1032	234.801	1.69315
PP 70:30 90um	336.349	18.5623	322.794	1.2365

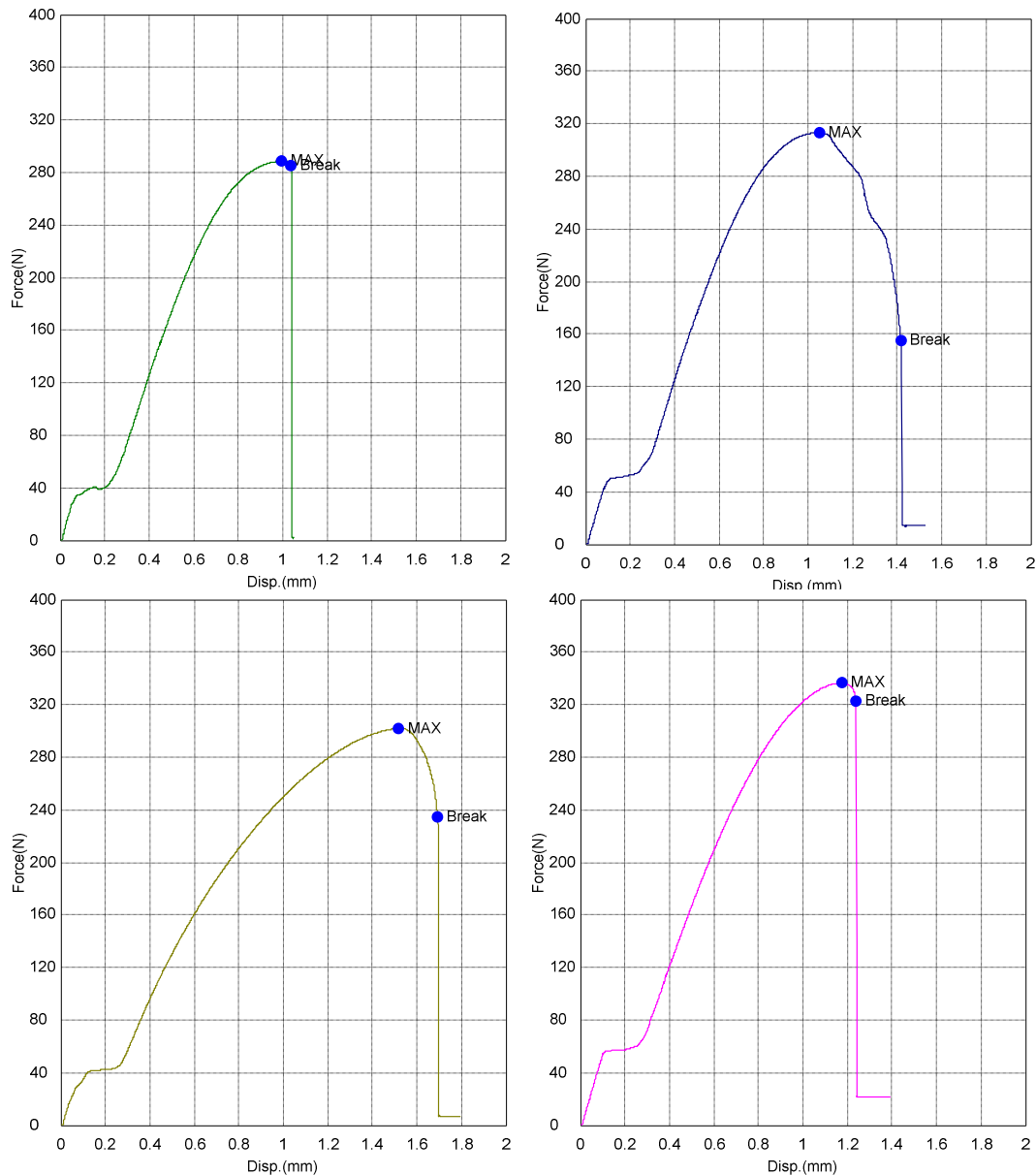
Gambar 5.3 (a) menunjukkan Grafik hasil uji tarik komposit HDPE dengan rasio matrik/*filler* 60 : 40 dan ukuran *filler* 90 μm . Tabel 5.1 dan Gambar 5.3 menjelaskan bahwa kekuatan tarik maksimum pada perlakuan tersebut adalah 21,11 MPa dan komposit akan patah pada gaya 391,56 N. Gambar 5.3 (b) menunjukkan Grafik hasil uji tarik komposit HDPE dengan rasio matrik/*filler* 70 : 30 dan ukuran *filler* 63 μm . Tabel 5.1 dan Gambar 5.4 menjelaskan bahwa kekuatan tarik maksimum pada perlakuan tersebut adalah 13,06 MPa dan komposit akan patah pada gaya 240,27 N. Gambar 5.3 (c) menunjukkan Grafik hasil uji tarik komposit HDPE dengan rasio matrik/*filler* 70 : 30 dan ukuran *filler* 90 μm . Tabel 5.1 dan Gambar 5.5 menjelaskan bahwa kekuatan tarik maksimum pada perlakuan tersebut adalah 9,58 MPa dan komposit akan patah pada gaya 95,67 N.



Gambar 5.3 Grafik uji tarik komposit, (a) HDPE : filler (60 : 40) 90 μm , (b) HDPE : filler (70 : 30) 63 μm , (c) HDPE : filler (70 : 30) 90 μm

Gambar 5.4 (a) menunjukkan Grafik hasil uji tarik komposit PP dengan rasio matrik/filler 60 : 40 dan ukuran filler 63 μm . Tabel 5.1 dan Gambar 5.4 (a) menjelaskan bahwa kekuatan tarik maksimum pada perlakuan tersebut adalah 15,41 MPa dan komposit akan patah pada gaya 285,26 N. Gambar 5.4 (b) menunjukkan Grafik hasil uji tarik komposit PP dengan rasio matrik/filler 60 : 40 dan ukuran filler 90 μm . Tabel 5.1 dan Gambar 5.4 (b) menjelaskan bahwa kekuatan tarik maksimum pada perlakuan tersebut adalah 14,03 MPa dan komposit akan patah pada gaya 155,09 N. Gambar 5.4 (c) menunjukkan Grafik hasil uji tarik komposit PP dengan rasio matrik/filler 70 : 30 dan ukuran filler 63 μm . Tabel 5.1 dan Gambar 5.4 (c) menjelaskan bahwa kekuatan

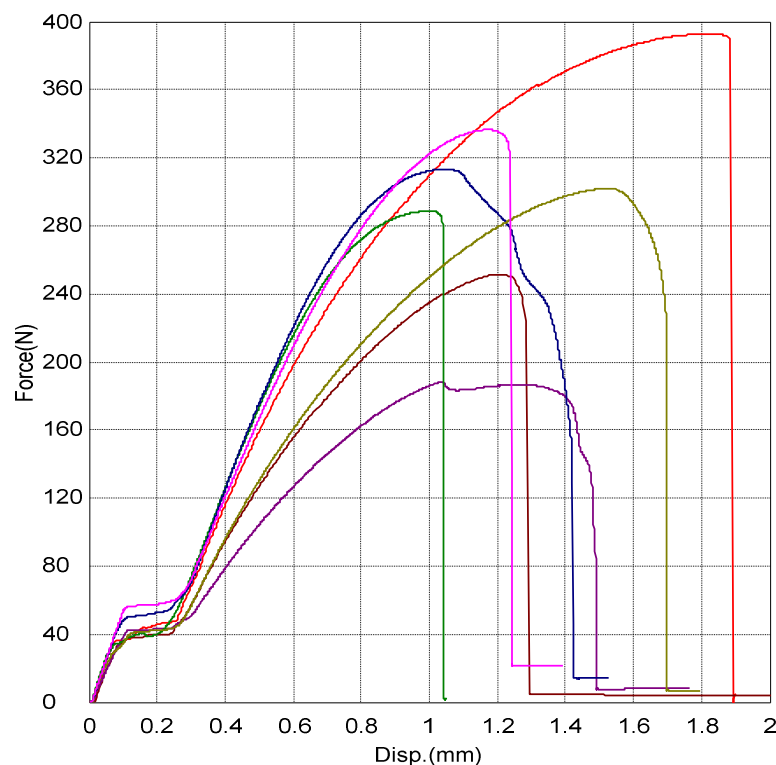
tarik maksimum pada perlakuan tersebut adalah 16,10 MPa dan komposit akan patah pada gaya 234,80 N. Gambar 5.4 (d) menunjukkan Grafik hasil uji tarik komposit PP dengan rasio matrik/*filler* 70 : 30 dan ukuran *filler* 90 μm . Tabel 5.1 dan Gambar 5.4 (d) menjelaskan bahwa kekuatan tarik maksimum pada perlakuan tersebut adalah 18,56 MPa dan komposit akan patah pada gaya 322,79 N.



Gambar 5.4 Grafik uji tarik komposit, (a) PP : filler (60 : 40) 63 μm , (b) PP : filler (60 : 40) 90 μm , (c) PP : filler (70 : 30) 63 μm , (d) PP : filler (70 : 30) 90 μm

Berdasarkan analisa di atas dapat diketahui bahwa kekuatan tarik yang maksimum dimiliki oleh komposit HDPE dengan perlakuan rasio matrik : *filler* 60 : 40 dengan ukuran *filler* 90 μm yaitu sebesar 21,11 MPa dan komposit akan patah pada

gaya 391,56 N. Analisa komposit PP menunjukkan bahwa kekuatan tarik yang maksimum dimiliki oleh komposit PP dengan perlakuan rasio matrik : *filler* 70 : 30 dengan ukuran *filler* 90 μm yaitu sebesar 18,56 MPa dan komposit akan patah pada gaya 322,79 N. Hal ini jelas terlihat dalam Gambar 5.5. Ternyata komposit HDPE lebih lentur dibandingkan komposit PP di mana apabila komposit tersebut diberi dengan beban maka komposit akan mengalami kelenturan sebelum mengalami patah. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan ikatan antara berbagai komponen dalam komposit mempunyai pengaruh yang berarti pada sifat-sifatnya. (Kalpakjian 1984). Ikatan antara matrik HDPE lebih kuat bila dibandingkan dengan ikatan matrik PP dengan *filler* TKKS.



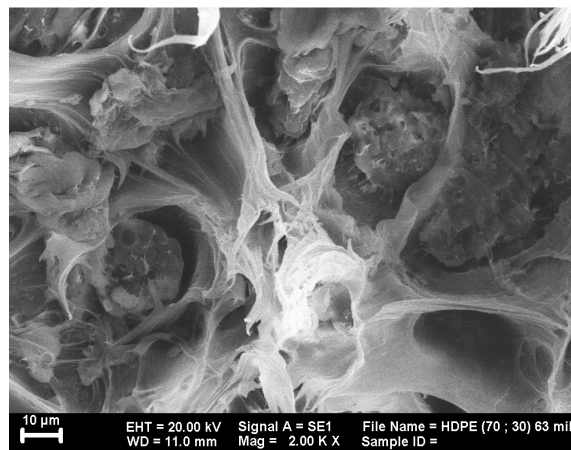
Gambar 5.5 Grafik gabungan uji tarik komposit HDPE dan PP pada berbagai perlakuan

5.2 Studi *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

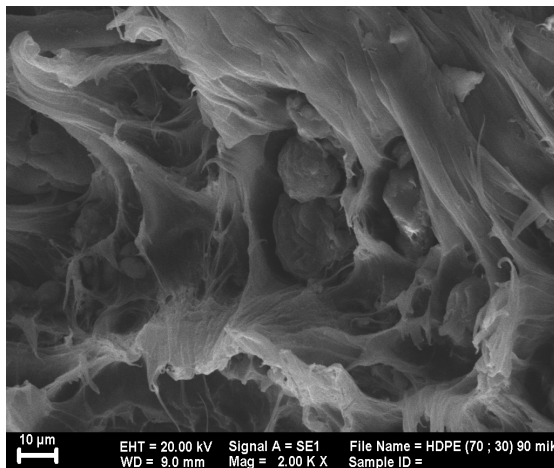
Morfologi dan dimensi dari dua bahan HDPE dan PP setelah dimixing dengan *filler* TKKS, ditentukan dengan analisis SEM seperti ditunjukkan pada Gambar berikut.

Secara keseluruhan struktur permukaan dari HDPE terlihat teratur bentuknya dengan lebar dari 1 sampai 13,5 mm. Mikrograf elektron scanning menunjukkan perubahan morfologi dari komposit karena dipengaruhi oleh ukuran dan tingkat kehalusan serat. Sehingga ukuran kehalusan serat sebagai *filler* perlu diperhatikan untuk

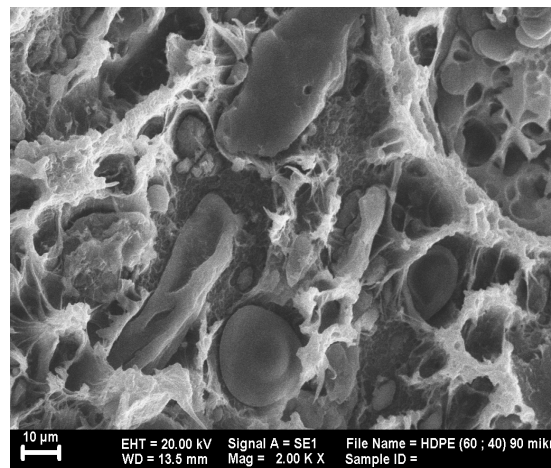
memberikan struktur permukaan yang lebih baik, seperti yang terlihat pada gambar 5.11 (a) ukuran serat 63 μm memberikan struktur yang lebih baik dan teratur dibandingkan dengan gambar 5.11 (b) ukuran serat 90 μm yang menunjukkan struktur permukaan cenderung kurang seragam. Serat-serat yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini menunjukkan bentuk khas dari morfologi lignoselulosa TKKS. Sementara itu gambar 5.11 (b) dan (c) menunjukkan bentuk serat tidak teratur dan morfologi permukaan yang kurang kompatibel dengan matrik HDPE sedangkan pada gambar 5.11 (a) menunjukkan serat yang seragam dan susunannya sangat kompatibel dengan matrik HDPE sehingga kekuatan komposit juga semakin tinggi.



(a)



(b)

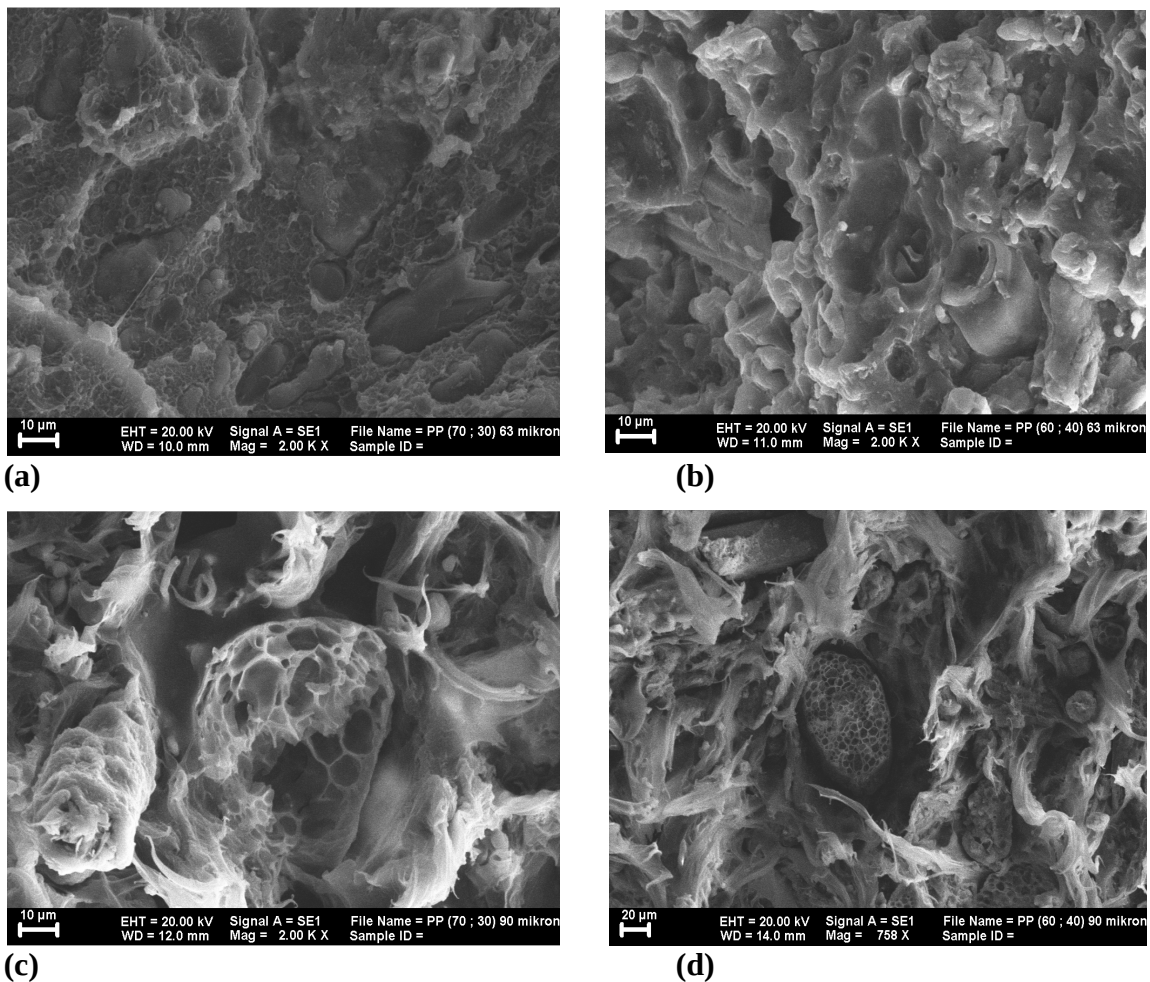


(c)

Gambar 5.6 Analisa morfologi dengan SEM, (a) komposit HDPE (70:30) 63 μm , (b) komposit HDPE (70:30) 90 μm , (c) komposit HDPE (60:40) 90 μm

Sama seperti pada komposit HDPE, hasil analisa SEM pada komposit PP menunjukkan perubahan morfologi dari komposit karena dipengaruhi oleh ukuran dan tingkat kehalusan serat. Namun untuk komposit PP selalu memberikan morfologi

permukaan yang kurang tersusun rapi dengan serat karena sifat-sifat PP yang elastis dan sangat liat sehingga dapat menutupi permukaan dari serat. Ukuran kehalusan serat sebagai filler perlu diperhatikan untuk memberikan struktur permukaan yang lebih baik, seperti yang terlihat pada gambar 5.7 (a) dan (b) ukuran serat 63 μm memberikan struktur permukaan yang lebih rata dan pori-pori permukaan yang lebih halus dibandingkan dengan gambar 5.7 (c) dan (d) ukuran serat 90 μm . Pada gambar 5.7 (c) dan (d) menunjukkan struktur permukaan yang seragam dan tersusun teratur serta ikatan antara serat dengan filler terlihat lebih kompatibel namun pori-pori permukaannya lebih kasar.



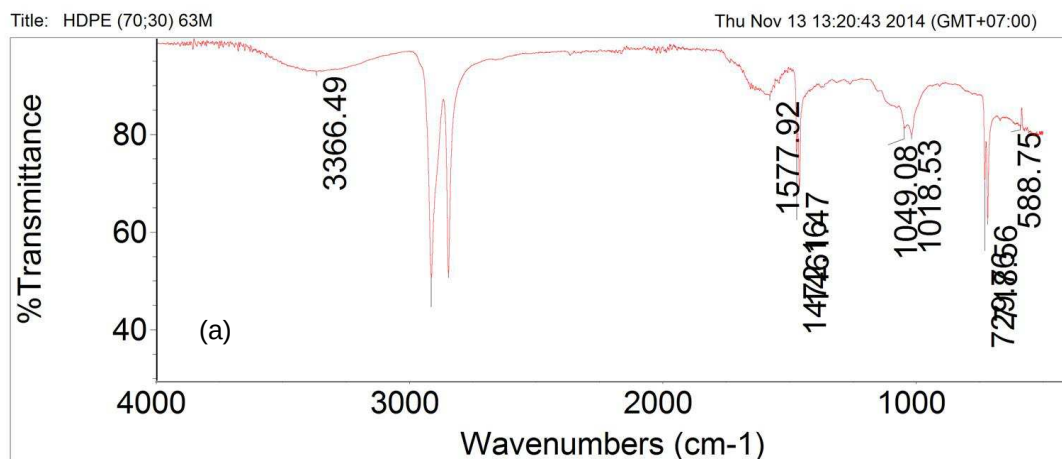
Gambar 5.7 Analisa morfologi dengan SEM, (a) komposit PP (70:30) 63 μm , (b) komposit PP (60:40) 63 μm , (c) komposit PP (70:30) 90 μm , (d) komposit PP (60:40) 90 μm

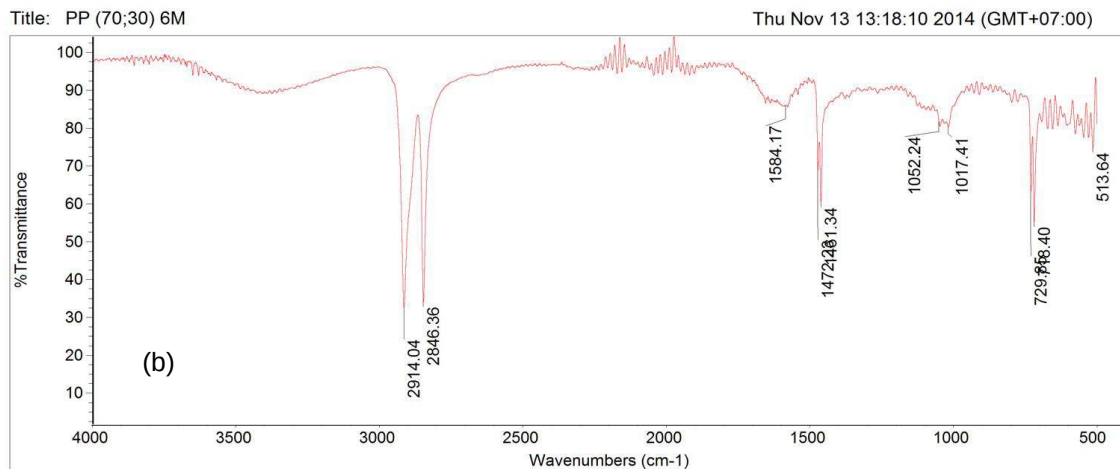
5.3 Analisis Uji *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Analisa gugus fungsi dilakukan dengan spektroskopi FT-IR, ciri khas spektrum HDPE-TKKS dan PP-TKKS ditunjukkan pada gambar 5.8 dan penempatan daerah

vibrasi dirangkum dalam tabel 5.2 berikut ini. Semua sampel menampilkan dua daerah serapan utama seperti yang diperlihatkan Muhammad Haafiz et al. (2013), yaitu di daerah bilangan gelombang tertinggi (2800-3500 cm^{-1}) dan bilangan gelombang terendah (500-1700 cm^{-1}). Dari gambar 5.8 dibawah menunjukkan kesamaan antara kedua spektrum yang merupakan indikasi bahwa kedua sampel memiliki komposisi kimia yang sama.

Dari spektrum terlihat puncak serapan yang luas terletak pada 3000-3500 cm^{-1} merupakan peregangan kelompok -OH dan puncak serapan pada daerah 2800-2950 cm^{-1} terkait dengan kelompok -CH₂ sedangkan pada puncak serapan 2846 dan 2914 cm^{-1} merupakan *overlapping* dari pita -CH₂ yang berasal dari filler lignoselulosa TKKS dan matrik HDPE dan PP. Pita serapan pada daerah 1470-1585 cm^{-1} berkaitan dengan hidrogen antar molekul di kelompok C₆ (cincin aromatik) (Kumar, Maria De La, & Yang, 2002). Puncak serapan yang muncul pada daerah bilangan gelombang 1018 cm^{-1} dan 1049 cm^{-1} pada komposit HDPE-TKS pada gambar 5.8 (a) serta pada daerah bilangan gelombang 1017 cm^{-1} dan 1052 cm^{-1} pada komposit PP-TKS pada gambar 5.8 (b) diduga disebabkan oleh peregangan C-O-C dari alkil aril yang terdapat dalam lignin. Munculnya kedua puncak ini pada kedua spektrum telah menunjukkan adanya interaksi kompatibel antara matrik dengan TKKS. Spektrum FT-IR pada sampel HDPE-TKKS dan PP-TKKS ditunjukkan pada gambar 5.8 berikut ini.





Gambar 5.8 Spektrum FT-IR komposit (a) HDPE-TKKS (70:30) 63 μ m, (b) PP-TKKS (70:30) 63 μ m

Tabel 5.2 Puncak serapan spektrum FT-IR dari HDPE-TKKS dan PP-TKKS.

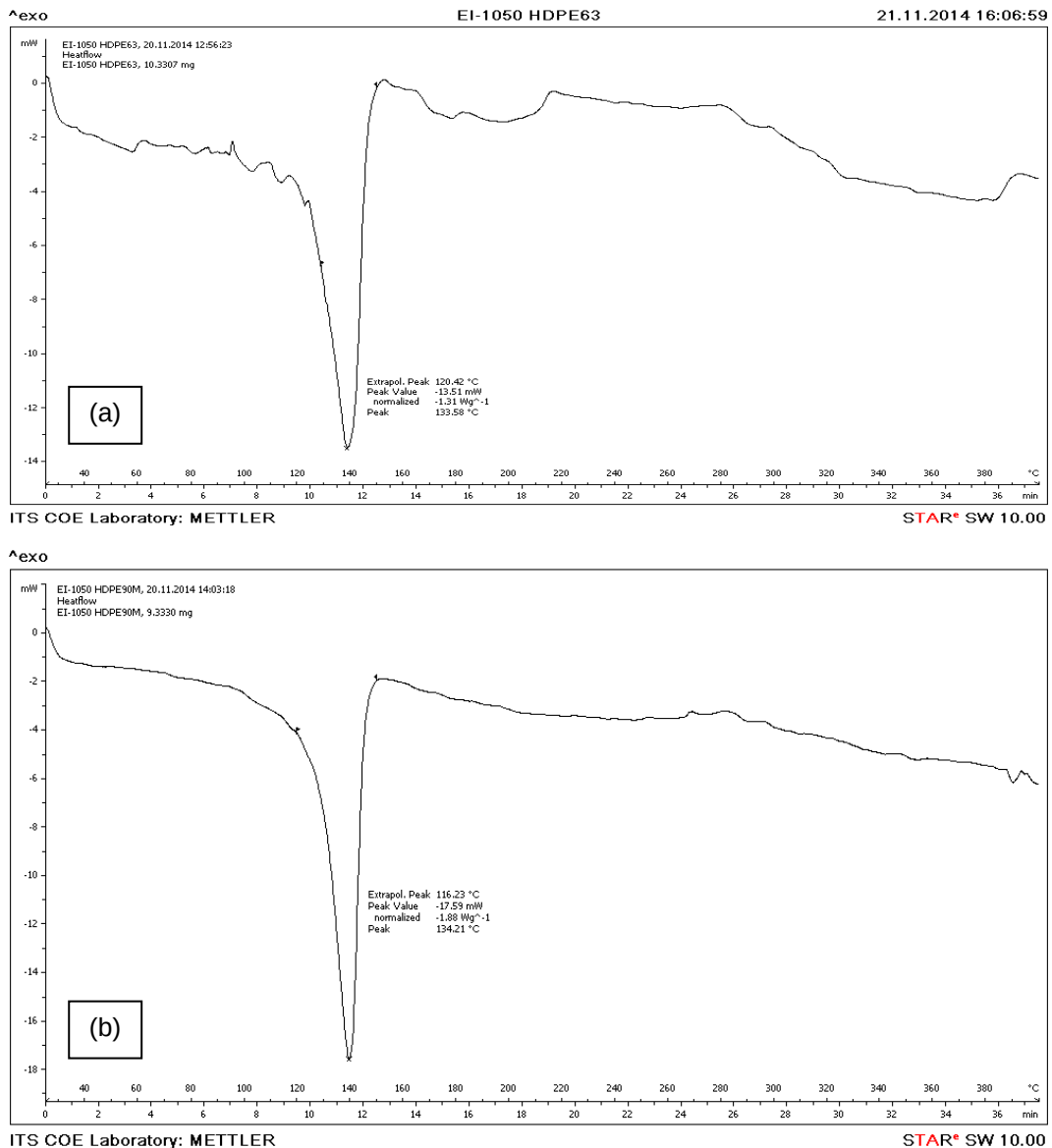
Puncak frekuensi (cm ⁻¹)	Penempatan puncak
3000–3500	OH- bending (pembengkokan)
2800–2950	CH ₂ - groups
1470-1585	CH ₂ - bending (cincin aromatik)
1017-1052	C-O-C stretching (melebar, merentang)
729-750	C-H

5.4 Analisis Uji Termal dengan *Differential Scanning Calorimeter* (DSC)

Pengujian DSC (*Differential Scanning Calorimeter*) dilakukan untuk melihat titik leleh komposit terhadap panas dan untuk melihat jumlah kalor yang dibutuhkan untuk mencapai titik leleh tersebut. Titik leleh menggambarkan perubahan fasa dari padat menuju cair tanpa mengalami perubahan komposisi dan suhu leleh, yang merupakan suhu kritis dimana polimer kehilangan kristalinitasnya secara keseluruhan. Bahan komposit mengalami penurunan titik leleh seiring dengan penambahan filler, ini terjadi karena rantai polimer terdegradasi secara fisik, artinya rantai polimer terdesak oleh bahan pengisi sehingga merusak ikatan rantai molekul polimer.

Titik leleh dan suhu dekomposisi komposit HDPE dan PP bukan merupakan harga tunggal tetapi terletak pada kisaran tertentu. Pada Gambar 5.9 dan 5.10 terlihat puncak pertama, memberikan informasi mengenai titik leleh dari bahan, sedangkan untuk puncak kedua memberikan informasi mengenai suhu dekomposisi dan karakter

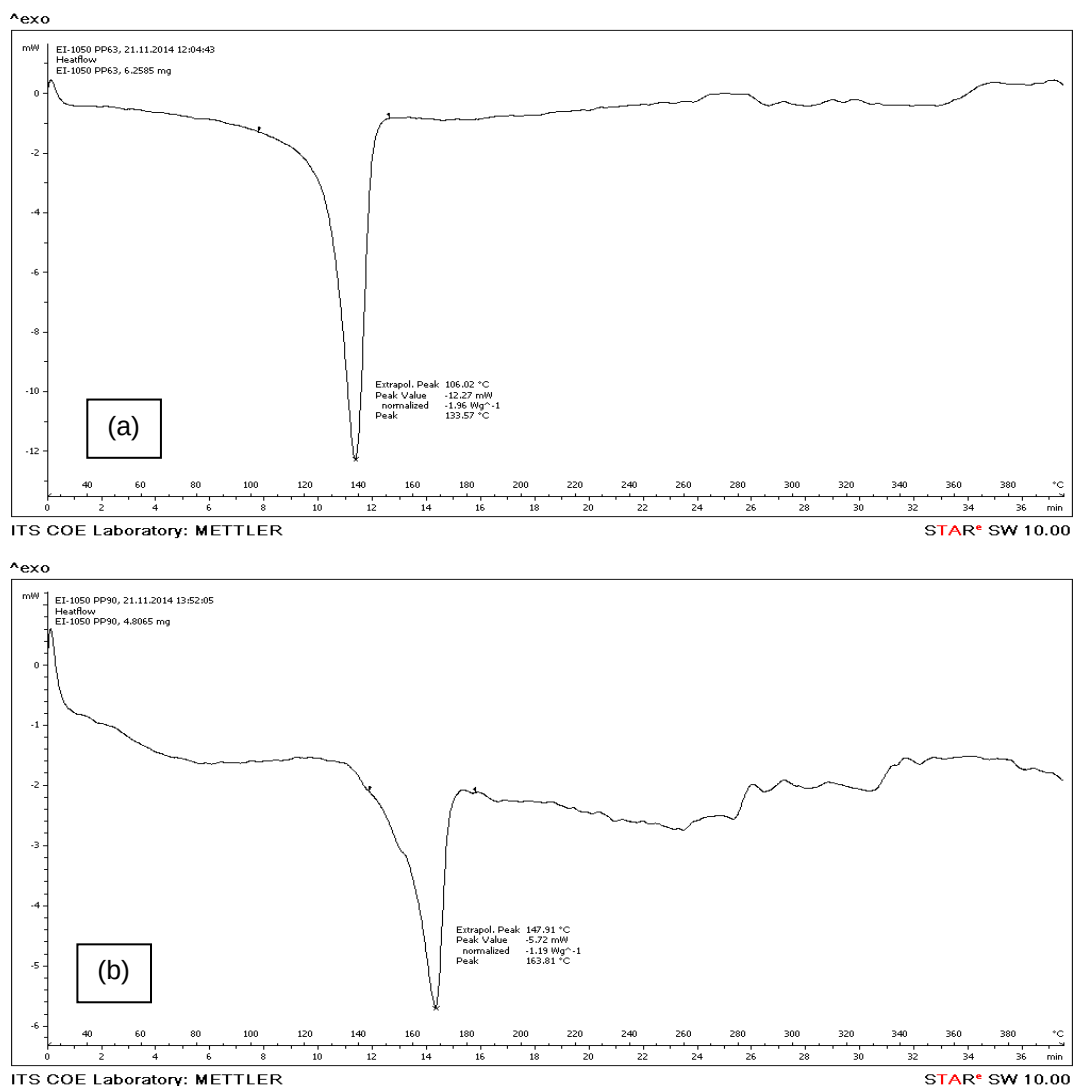
kurva secara umum. Titik leleh dipengaruhi oleh bentuk simetri molekul dan berat molekul senyawa polimer dan derajat kristalinitas bahan komposit, semakin tinggi derajat kristalinitas bahan komposit semakin tinggi pula titik leleh bahan komposit, begitu juga sebaliknya.



Gambar 5.9 Grafik Uji termal DSC (a) HDPE 63 μ m dengan perbandingan 70:30 dan (b) HDPE 90 μ m dengan perbandingan 70:30.

Pada Gambar 5.9 diatas jelas terlihat kenaikan titik leleh pada komposit yang di uji, dimana titik leleh komposit HDPE-TKKS dengan ukuran filler 63 μ m mencapai 133,58°C sedangkan titik leleh komposit HDPE-TKKS dengan ukuran filler 90 μ m dapat mencapai 134,21°C. Disini terlihat adanya sedikit pengaruh ukuran *filler* terhadap titik leleh komposit dimana ukuran *filler* yang kecil titik leleh yang diperoleh juga kecil.

Suhu dekomposisi merupakan suhu pada saat bahan mulai mengalami perubahan komposisi dan terjadi pergeseran molekul-molekul yang terdapat pada bahan-bahan penyusunnya. Pada gambar 5.9 komposit HDPE-TKKS *filler* 63 μ m lebih tinggi suhu dekomposisinya dari pada komposit HDPE-TKKS *filler* 90 μ m, hal ini disebabkan ikatan yang terjadi antara *filler* yang lebih kecil semakin kuat sehingga suhu yang dibutuhkan untuk merenggangkan ikatan tersebut sangat tinggi bila dibandingkan dengan komposit yang memiliki partikel *filler* lebih besar.



Gambar 5.10 Grafik Uji termal DSC (a) PP 63 μ m dengan perbandingan 70:30 dan (b) PP 90 μ m dengan perbandingan 70:30.

Dari gambar 5.10 terlihat komposit PP-*filler* 63 μ m memiliki titik leleh yang lebih rendah dibandingkan dengan komposit PP-*filler* 90 μ m dengan nilai masing-masing 133,57°C dan 163,81°C. Hal ini disebabkan PP dengan *filler* TKKS 63 μ m mempunyai ukuran yang lebih kecil sehingga memudahkan berikatan silang antara *filler*

dengan polimer PP, disamping itu penambahan bahan pengisi dilakukan dengan pemanasan yang dapat menyebabkan sebagian rantai molekul polimer menjadi tidak beraturan dan lelah sehingga cenderung lebih mudah terdegradasi. Ketika *filler* dicampur dengan matriks, kerusakan yang terjadi pada rantai molekul PP-*filler* 90 μ m tidak sebanyak pada molekul PP-*filler* 63 μ m, sehingga susunan rantai polimer yang masih teratur juga lebih banyak. Sehingga suhu yang digunakan untuk melelehkan bahan komposit bermatrik PP-*filler* 90 μ m lebih tinggi dibanding suhu untuk melelehkan bahan komposit bermatrik PP-*filler* 63 μ m.

Penurunan suhu dekomposisi dari grafik yang ditunjukkan pada gambar 5.10 (a) dan (b) tidak begitu signifikan, kondisi tersebut diduga adanya penambahan *filler* TKKS dapat mempertahankan suhu dekomposisi polimer. Suhu dekomposisi dari kedua bahan komposit PP tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, hal ini disebabkan penambahan *filler* TKKS 63 μ m dan 90 μ m memiliki pengaruh yang sama dalam mempertahankan suhu dekomposisi komposit.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Kualitas komposit HDPE dan PP dengan proses ekstruder yang dilakukan pada tahun II lebih baik dibandingkan dengan proses pencampuran refluk yang dilakukan pada tahun I.
2. Komposit HDPE memiliki kualitas lebih baik dibandingkan komposit PP jika ditinjau dari hasil uji tarik dan morfologi permukaannya.
3. Gaya maksimum yang diperlukan untuk memutuskan komposit HDPE mencapai 21,10 Mpa sedangkan untuk komposit PP mencapai 18,56 Mpa
4. Jika dilihat dari SEM struktur permukaan komposit HDPE tersusun lebih rapi dibandingkan dengan PP sehingga kekuatannya lebih tinggi komposit HDPE dari pada PP.
5. Analisa gugus fungsi menunjukkan kedua komposit baik HDPE maupun PP memiliki gugus fungsi O-H dan C-O-C yang masing-masing berasal dari selulosa dan ligin bahan TKKS, sehingga komposit ini sudah sangat kompatibel antara matrik dengan *filler*.
6. Daya tahan terhadap panas komposit PP-TKKS lebih tinggi dibandingkan komposit HDPE-TKKS, hal ini dapat dilihat dari titik leleh komposit PP dapat mencapai 163,81°C sedangkan komposit HDPE hanya mencapai 134,21°C untuk masing-masing komposit dengan ukuran filler TKKS 90µm.

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/polyproppylen 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: Addison-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 composits 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](http://www.google.com/plastic/PET%20bottles). (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 menbggunakan Fiber Glass, Journal Samudera, 2010.

LAMPIRAN 1 : Penggunaan Anggaran Penelitian

1.	Honor Output Kegiatan	Volume	Satuan	Honor/ Bulan	Total Honor
16-Jul-14	Honor pelaksana (Teknisi 1)	1	Bulan	500,000	500,000
23-Aug-14	Honor pelaksana (Teknisi 2)	3	Bulan	500,000	1,500,000
23-Aug-14	Honor pelaksana (ketua TPM)	3	Bulan	1,000,000	3,000,000
23-Aug-14	Honor pelaksana (anggota TPM)	3	Bulan	700,000	2,100,000
25-Aug-14	Honorium pelaksana (1 orang Ketua TPP)	3	Bulan	1,500,000	4,500,000
17-Dec-14	Honorium pelaksana (1 orang Ketua TPP)	2	Bulan	1,500,000	3,000,000
17-Dec-14	Honorium pelaksana (1 orang anggota TPP)	3	Bulan	1,000,000	3,000,000
17-Dec-14	Honorium pelaksana (1 orang anggota TPP)	3	bulan	1,000,000	3,000,000
Sub Total (Rp)					0,600,000

2.	Belanja Barang non operasional lainnya	Volume	Satuan	Harga satuan	Total (Rp)
15-Jul-14	Biaya hidup 2 orang TPP selama penelitian di TPM	2	Hari	600,000	1,200,000
23-Aug-14	Biaya hidup 1 orang TPP selama penelitian di TPM	4	Hari	300,000	1,200,000
17-Sep-14	Biaya Monev di Banda Aceh	2	Hari	300,000	600,000
5-Oct-14	Biaya hidup selama penelitian di TPM	5	Hari	300,000	1,500,000
Sub Total (Rp)					4,500,000

3.	Belanja Bahan	Volume	Satuan	Harga satuan	Total (Rp)
26-Mar-14	Biaya Pengambilan Serat TKKS di Beureghang	1	kali	200,000	200,000
26-Mar-14	Biaya kunjungan dan Minum peneliti	2	Kali	50,000	100,000
12-May-14	Biaya penggilingan dan sieving mesh	2	kali	500,000	1,000,000
25-Jun-14	PPH 2%	1	Kali	560,000	560,000
27-Jun-14	Biaya Alat Tulis (ATK)	1	Paket	300,000	300,000
14-Jul-14	Beli plastik bekas yg sdh di crusser	2	Jenis	100,000	200,000
16-Jul-14	Peralatan pendukung Lab. (serbet, tisu, pisau, gunting, aluminium Foil)	1	Paket	250,000	250,000
17-Jul-14	Belanja Bahan (Maleic AnHidrite)	1	Kg	950,000	950,000

17-Jul-14	Belanja Bahan (Benzoil Perokside)	500	gram	1,500	750,000
17-Jul-14	Belanja Bahan (Xilena)	2	liter	50,000	100,000
14-Aug-14	Biaya komunikasi Seluler	1	Paket	200,000	200,000
14-Aug-14	Pembuatan Laporan 70 % dan persiapan monev internal di Unimal	1	Paket	1,000,000	1,000,000
22-Aug-14	Alat Cetak specimen Komposit dari baja	1	paket	200,000	200,000
12-Nov-14	Uji Tensile	7	sampel	110,000	770,000
12-Nov-14	Uji SEM	7	sampel	350,000	2,450,000
12-Nov-14	Uji FT-IR	7	sampel	100,000	700,000
17-Nov-14	Uji DSC	7	sampel	160,000	1,120,000
17-Nov-14	Biaya CD RW	4	keping	5,000	20,000
16-Dec-14	Pembuatan Laporan 70 % dan persiapan monev internal di Unimal	1	Paket	2,000,000	2,000,000
Sub Total (Rp)					2,870,000

4.	Belanja Perjalanan Lainnya	Volume	Satuan	Harga satuan	Total (Rp)
1-Jul-14	Biaya transportasi lokal untuk Tim peneliti (BBM, Ongkos, dll)	2	kali	200,000	400,000
15-Jul-14	Kunjungan TPP ke tempat TPM di USU medan (PP)	2	orang	400,000	800,000
22-Aug-14	Kunjungan TPP ke tempat TPM di USU medan (PP)	1	orang	400,000	400,000
5-Oct-14	Kunjungan TPP ke tempat TPM di USU medan (PP)	1	orang	400,000	400,000
Sub Total (Rp)					2,000,000

	Jenis Pengeluaran	Volume	Satuan		TAHUN II
					Sub Total
	Honor Output Kegiatan	1	paket		20,600,000
	Belanja Barang Non Operasional Lainnya	1	paket		4,500,000
	Belanja Bahan	2	paket		12,870,000
	Belanja Perjalanan Lainnya	1	paket		2,000,000
Jumlah					39,970,000

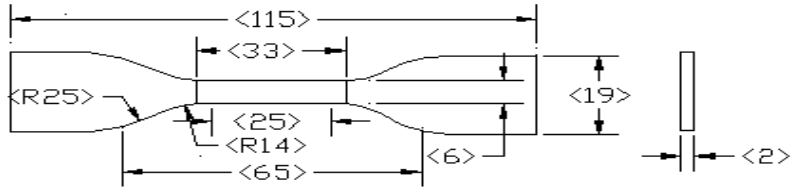
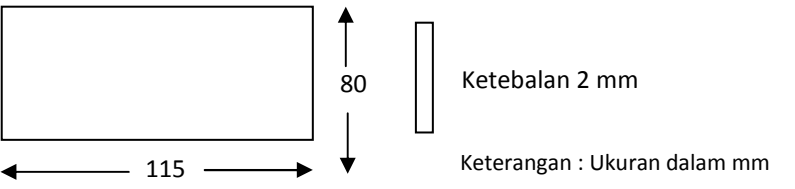
LAMPIRAN 2 : Catatan Harian Penelitian Hibah Pekerti tahun ke-2

Judul : Fabrikasi Material Komposit dari Plastik PP dan HDPE dengan penguat Mikro
Filler Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses *Screw Extruder*

No	Tanggal	Uraian Kegiatan	Persentase Capaian
1	26/03/2014	Pengambilan serat TKKS dan melakukan Persiapan serat Sebagai <i>Filler</i> ▪ Mula-mula dipisahkan bagian luar serat yang berduri ▪ Diambil bagian dalam yang mengandung serat halus ▪ Dijemur lagi beberapa saat untuk menguapkan sisa air yang masih ada dibagian ▪ Serat tersebut dipotong kecil-kecil dengan gunting hingga ukurannya mudah untuk digiling (crusser) Dokumen Pendukung : 	5 %
2	12/05/2014	Lanjutan melakukan persiapan serat TKKS sebagai filler 1. Serat yang telah digunting kecil-kecil digiling dengan alat penggiling (Grinding Mill) 2. Kemudian serat halus yang dihasilkan di lakukan saving mesh dengan ukuran ▪ 170 mesh = 90 mikron ▪ 200 mesh = 75 mikron ▪ 250 mesh = 63 mikron Dokumen Pendukung : 	5 %

		Dokumen Pendukung : shaving mesh 	
		Dokumen pendukung : hasil saving mesh 	10 %
3	25/06/2014	Penandatanganan kontrak dg LPPM- unimal Dokumen Pendukung: Surat perjanjian kontrak	5 %
4	25/06/2014	Diskusi dengan mitra Prof. Basuki melalui telpon seluler Dokumen Pendukung: -	10 %
5	13/07/2014	Kunjungan kepabrik penghancuran plastik bekas dipanggoi, Kota Lhokseumawe Dokumen Pendukung : 	10 %
6	14/07/2014	Persiapan plastik bekas yang sudah di crusher/dihancurkan dalam ukuran kecil-kecil, jenis plastik yang dibeli : 1. PP (polipropilen) 2. HDPE (Hight density polietilen) Dokumen Pendukung: -	15 %
7	15/07/2014	Kunjungan ketua TPP dan Anggota TPP ke tempat TPM di Medan : 1. Zulnazri (ketua TPP) 2. Nasrun (Anggota TPP) Dokumen Pendukung: -	15 %

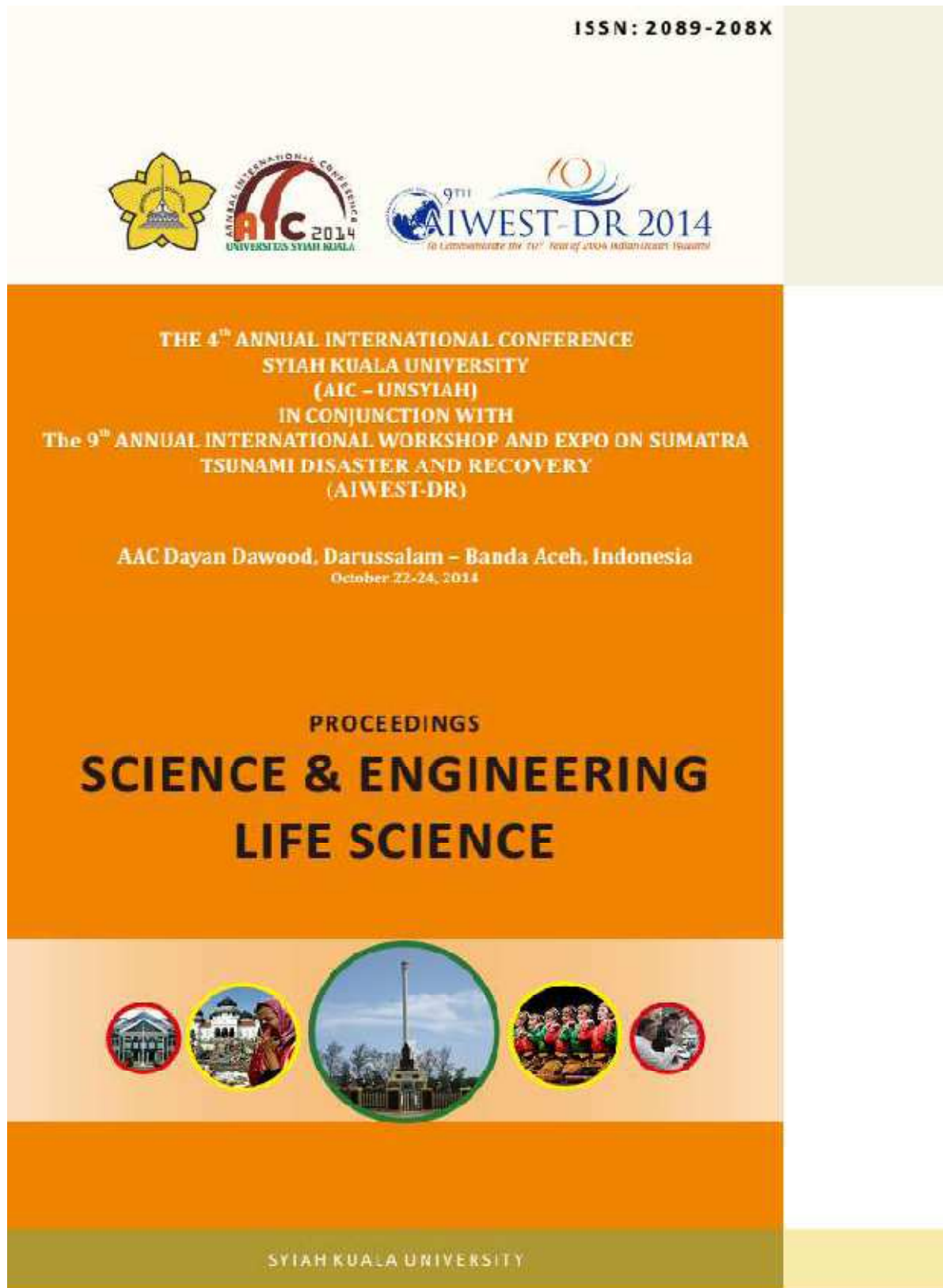
8	16/07/2014	1. TPP melakukan Konsultasi dengan ketua TPM di laboratorium Polimer USU 2. TPP melakukan Diskusi dan memberikan pengarahan kepada teknisi tentang prosedur kerja yang akan dilakukan. Dokumen Pendukung:	15 %
9	16/07/2014	Prosedur kerja dari TPP yang harus dikerjakan oleh Teknisi : Dokumen Pendukung: <pre> graph TD A[Filler TKKS 63, 90 μ] --> C[3. Dicampur dengan 20 ml MAH 2,5% 4. Diaduk hingga homogen] B[Matrik PP, HDPE] --> C C --> D[100 gr Campuran dengan MAH menjadi 0,5% dan BPO 0,05%] D --> E[Ekstruder] E --> F[Pellet] F --> G[Di press 15-20 menit - Suhu 145-160°C, tekanan 10 Kg/cm²] G --> H[Spesimen] </pre>	20 %
10	17/07/2014	Belanja bahan habis pakai 1. Beli bahan yang diperlukan (Xilena, MAH dan BPO) dan 2. Melakukan konsultasi lagi dengan TPM Dokumen Pendukung:	20 %
11	17/07/2014	Setelah konsultasi, malam Kembali ke Unimal Lhokseumawe Dokumen Pendukung:	20 %
12	21/07/2014	Diskusi dengan Anggota TPP ibu Suryati Dokumen Pendukung:	20 %
13	22/07/2014	Diskusi dengan Anggota TPP untuk persiapan tahapan kerja Dokumen Pendukung: -	25 %
14	10/08/2014	1. Diskusi dengan teknisi di medan via telepon 2. Diskusi dengan TPM dimedan via telepon Dokumen Pendukung : -	30 %
15	11/08/2014	Perisiapan laporan dan data pendukung lainnya untuk Monev internal di LPPM Unimal Dokumen Pendukung: -	40 %

16	14/08/2014	Diskusi dengan tim TPP untuk persiapan monev internal Dokumen pendukung : -	40 %
17	15/08/2014	Monev internal Dokumen pendukung :	40 %
18	20/08/2014	Pembuatan Mold Speciment : 1. Mold Speciment mula-mula digambar dikertas, dengan ukuran seperti terlihat pada gambar 2. Setelah itu dibuat mold dari baja. 3. Mold ini diperlukan untuk mebuat specimen komposit sesuai dengan ukuran ASTM D638 type IV Dokument pendukung :  Keterangan Gambar : 1. Panjang keseluruhan (LO) = 63,5 mm 2. Jarak antara grips (D) = 25,4 mm 3. Panjang bagian dalam (L) = 9,53 mm 4. Lebar keseluruhan (WO) = 9,53 mm 5. Lebar bagian dalam (W) = 3,18 mm 6. Radius (R) = 12,7 mm	45 %
19	20/08/2014	Pembuatan Mold/ cetakan untuk pres komposit: 1. Cetakan digambar terlebih dahulu pada kertas, untuk memudahkan dibuat pada logam 2. Cetakan dibuat dari stainless still dengan ukuran seperti pd gambar. Dokument pendukung :  Ketebalan 2 mm Keterangan : Ukuran dalam mm	50 %
20	22/08/2014	Kunjungan ke tempat TPM di Medan untuk melihat hasil kerja yg dilakukan teknisi	55 %

		Dokument pendukung : cetakan specimen							
									
21	23/08/2014	Perbandingan komposisi (%) = Matrik : Filler, yang dibuat di tempat TPM di Medan Total bahan digunakan = 100 gr <table border="1"><tr><td>Perbandingan % (HDPE : Filler)</td><td>60 : 40</td><td>70 : 30</td></tr><tr><td>Perbandingan % (PP : Filler)</td><td>60 : 40</td><td>70 : 30</td></tr></table>	Perbandingan % (HDPE : Filler)	60 : 40	70 : 30	Perbandingan % (PP : Filler)	60 : 40	70 : 30	55 %
Perbandingan % (HDPE : Filler)	60 : 40	70 : 30							
Perbandingan % (PP : Filler)	60 : 40	70 : 30							
22	24/08/2014	1. Proses ekstruder yang dilakukan dari campuran matrik : filer yg telah dipersiapkan seperti di point (21) 2. Diperoleh produk berupa pellet komposit yang kaku dan kuat Dokumen pendukung : Proses ekstruder 	60 %						
23	24/08/2014	Melakukan pencetakan komposit HDPE : Filer (70 : 30) 1. Alat hot press dihidupkan dan diatur suhunya pada 160⁰C 2. sampel pellet tersebut dimasukkan dalam cetakan seperti pada gambar specimen point (20) 3. Setelah suhu mencapai 160⁰C sampel dimasukkan dalam hot press 4. Setelah dipress selama 10 menit dalam kondisi panas, alat press dimatikan, kemudian dibiarkan suhu turun sedikit 5. Selanjutnya bahan tersebut dipindahkan dari hot press dan dikeluarkan dari cetakan, sebagai produk.	70 %						

		6. Bahan inilah yang disebut dengan mikrokomposit 7. Kemudian komposit Speciment ini siap di uji/karakterisasi. Karakterisasi komposit ini antara lain: 1. Uji tarik statis/tensile strenght (Mpa) 2. Uji bending (Mpa) 3. Uji SEM /Morfologi 4. Uji DTA (differensial thermal analysis) 5. Uju FT- IR Dokemen pendukung : 	
24	24/9/2014	Melakukan pencetakan komposit HDPE : Filer (60 : 40) Melakukan pencetakan komposit PP : Filer (70 : 30) Melakukan pencetakan komposit PP : Filer (60 : 40)	80
25	2/11/2014	Melakukan analisa Tensile di ITS surabaya	85
26	5/11/2014	Melakukan analisa SEM di Lab Energi ITS surabaya	90
27	10/11/2014	Melakukan analisa FT-IR di Lab Teknik Material ITS surabaya	95
28	15/11/2014	Melakukan analisa DSC/TGA di Lab Energi ITS surabaya	100
29	17/12/2014	Membuat Laporan Akhir	100

LAMPIRAN 3 : Luaran Penelitian : Artikel International



EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief:

Muhammad Dani Supardan (Syiah Kuala University, Indonesia)

Editors:

Darmawi (Syiah Kuala University, Indonesia)

Samadi (Syiah Kuala University, Indonesia)

Zahari Taha (Universiti Malaysia Pahang, Malaysia)

Fumiaki Kimata (TRIES, Japan)

Khair Jadaan (University of Jordan, Jordan)

CONTENTS

EDITORIAL BOARD		i
NOTICE OF DISCLAIMER		ii
MESSAGE FROM THE RECTOR		iii
MESSAGE FROM THE CHAIRMAN		iv
CONTENTS		v
SCIENCE AND ENGINEERING		
1	Ten years since 2004 Sumatra Earthquake and three years since 2011 Tohoku Earthquake: Early-warning systems alone cannot save everyone Kimata Fumiaki (<i>Japan</i>)	1
2	Technological Innovation for the Development of Industry in Aceh Zahari Taha (<i>Malaysia</i>)	3
3	Evaluation of Social Impact of Traffic Noise in Amman, Jordan Khair Jadaan (<i>Jordan</i>), Hala Gammoh (<i>Jordan</i>), Rami Ammourah (<i>Jordan</i>) and Zaina Al-Nabulsi (<i>Jordan</i>)	4
4	CFD Analysis of Efficiency and Pressure Drop in A Gas-Liquid Square Cyclones Separator Novi Sylvia (<i>Indonesia</i>), Yunardi (<i>Indonesia</i>), Elwina (<i>Indonesia</i>), Wusnah (<i>Indonesia</i>) and Yazid Bindar (<i>Indonesia</i>)	10
5	Lysozyme Separation by MP500 Mixed Matrix Membrane Saiful (<i>Indonesia</i>)	16
6	Wastewater characteristics from Tofu Processing Facilities in Banda Aceh M. Faisal (<i>Indonesia</i>), Farid Mulana (<i>Indonesia</i>), Pocut Nurul Alam (<i>Indonesia</i>) and Hiroyuki Daimon (<i>Japan</i>)	22
7	Determination Of Platinum Group Elements (PGE) In Soil And Grass Using ICP-MS In UKM Engineering Lake Rindi Genesa Hatika (<i>Indonesia</i>)	26
8	Design of Prototype for Online Disaster Multimedia Data Roslidar (<i>Indonesia</i>), Yudha Nurdin (<i>Indonesia</i>) and Nasaruddin (<i>Indonesia</i>)	34
9	Effect of Plasticizer and Fermentation Time on Cellulose Membrane Production and Analysis of Material Property Faridah (<i>Indonesia</i>), Alfian Putra (<i>Indonesia</i>), Elwina (<i>Indonesia</i>), M. Sami (<i>Indonesia</i>) and Nur Azizah (<i>Indonesia</i>)	41
10	Analysis for Ground Anchor Using 2D Simulation Model by MIDAS/GTS Software Munira Sungkar (<i>Indonesia</i>) and Jason Wu (<i>Taiwan</i>)	48
11	Effect of Combination of Dispersion and Non Linear Term to Downstream Running Non Linear Water Waves Marwan Ramli (<i>Indonesia</i>), T. Khairuman (<i>Indonesia</i>) and Said Munzir (<i>Indonesia</i>)	58
12	Antifungal Properties of Cassava-Starch Edible Film Incorporated with <i>Cymbopogon citratus</i> Essential Oil Yulia Annisa (<i>Indonesia</i>), Ismail Sulaiman (<i>Indonesia</i>), Novi Safrani (<i>Indonesia</i>) and M. Dani Supardan (<i>Indonesia</i>)	66
13	Automation and Optimization Design-Analysis of The Wing On Aerodynamic and Structure Aspect Respectively I. G.N. Sudira (<i>Indonesia</i>), Bambang K. Hadi (<i>Indonesia</i>), M. Agoes Moelyadi (<i>Indonesia</i>) and Djarot Widagdo (<i>Indonesia</i>)	71
14	High Density Polyethylene (HDPE) – Oil Palm Empty Fruit Bunch Filled Micro Composites Using Melt Blending Process Zulnazri (<i>Indonesia</i>), Suryati, Azhari (<i>Indonesia</i>), Wirjosentono, B. (<i>Indonesia</i>) and Halimatuddahlana (<i>Indonesia</i>)	78
15	Fault Modelling Based on Local Magnetic Anomaly Data in Geothermal Prospect Area Rajabasa Lampung Ika Daruwati (<i>Indonesia</i>)	86
16	Performance of A Double-Junction Solar Cell under Various Environmental Conditions I.D. Sara (<i>Indonesia</i>)	94
17	A Semi Analytical Solution of Boussinesq Equation Using Asymptotic Method Cut Dini Syahrani (<i>Indonesia</i>), Marwan Ramli (<i>Indonesia</i>) and Said Munzir (<i>Indonesia</i>)	102
18	Simulation of the crosswind and the steam addition effect on the flare flame Wusnah (<i>Indonesia</i>), Yunardi (<i>Indonesia</i>), Novi Sylvia (<i>Indonesia</i>), Elwina (<i>Indonesia</i>) and Yazid Bindar (<i>Indonesia</i>)	109
19	Tidal Analysis at Kuala Langsa and Pusong Island using Admiralty Methods Annisa Sri Sugiarti (<i>Indonesia</i>), Marwan (<i>Indonesia</i>) and Ichsan Setiawan (<i>Indonesia</i>)	115

HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) - OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCH FILLED MICRO COMPOSITES USING MELT BLENDING PROCESS

ZULNAZRI¹*, SURYATI¹, AZHARI¹, WIRJOSENTONO, B.², HALIMATUDDAHLIANA³

¹Chemical Engineering Department, Malikussaleh University, North Aceh - Indonesia

²Chemistry Department, Sumatera Utara University, Medan - Indonesia

³Chemical Engineering Department, Sumatera Utara University, Medan - Indonesia

*Email: zoelnazri@co.id

Abstract.

In this research, high density polyethylene (HDPE) reinforced oil palm empty fruit bunch fiber micro composites to improve the mechanical properties were prepared using melt blending and hot press technique. Oil palm empty fruit bunch fiber as a filler reduces in sizes 63, 75, 90, and 106 μm . Oil palm empty fruit bunch fiber were mixed with in 10 mL MAPE 8% (in xylene) solution up evenly. The variation composition ratio of HDPE in filler is : (80:20, 70:30 60:40, 50:50). The good results showed that composite boards are tested viable filler and matrix ratio 30%:70%, 3.969 to 12.243 Mpa of tensile strength, the value of the melting point (T_m) of 400.05 to 497, 07°C for thermal properties, FT-IR analysis results indicate that the groups contained in the matrix and the filler is still present in the composite board products. The SEM photograph tests showed that the best products are the smallest filler size is 63 μm , and 4943.4 J/m² of impact strength test obtained. The results of this study can be applied as part of an electronic element and the casing, because high heat resistance, is a semiconductor, not easily broken and durable.

Keywords: High-Density Polyethylene (HDPE), oil palm empty fruit bunch (EFB) fiber, mechanical properties, filler, melt blending, composite

INTRODUCTION

High-Density Polyethylene (HDPE) is a type of plastic waste that are found in everyday life. This waste can be used as a composite which has high mechanical properties by adding filler into it, using melt blending and hot press process.

EFB of oil palm fresh fruit has fiber that is strong and not easily decompose, when used as a filler in the composite fibers will grow durable and long lasting because it is already covered by the matrix, so it can not decompose by the entry of microorganisms, as it also because wetted with chemicals (wetting agent), so that the fibers remain durable. EFB used as filler smoothed micrometers in size. EFB can be used as a filler to produce a composite, with a maximum tensile strength of the composite is obtained when the filler content of 20% (by weight), although the elongation showed a decreasing trend with increase in filler. The addition of acrylic acid will increase the compatibility between the filler and polypropylene (Basuki et al., 2004).

EFB has the characteristics of hydrophilic (hydroxyl groups in cellulose, lignocellulose and hemicellulose), good interfacial adhesion properties, and low resistance to moisture absorption when used in lignocellulosic composites. For this reason lignocellulosic fibers treated with appropriate chemicals (Rozman, et al., 2002).

Thermoplastic composites made from lignocellulosic materials such as wood and cellulose at this time continue to be developed. Lignocellulose as filler has many advantages over

inorganic fillers, such as: low density, deformability properties of large, flexible, does not generate heat in the equipment during the process, low prices, and derived from renewable resources. Thermoplastic materials from plant fibers and filler material principle is incompatible, because of differences in polarity, so that the necessary modifications to the process such as: in situ crosslinking, addition of compatibilizer and copolymerization of functional groups on the polymer and filler. (Dasuki, et al., 2004 and Khalid, et al., 2007).

Some chemicals are developed for compatibility between the two materials is: maleic anhydride-modified polypropylene, poly [methylene (polyphenyl isocyanate)], poly (propylene-acrylic acid) and silanes (Rozman, et al., 2002).

Reaction Maleic anhydride (MAH) with EFB been observed by FTIR analysis shows the nature of the filler EFB MAH peaks. Composites with MAH-treated filler exhibits high flexural and impact. SEM showed the adhesion properties and good compatibility between EFB and PP matrix as a result of chemical modification using MAH. (Rozman, et al., 2002).

Treated cellulose is used as a filler thermoplastic potential compared to untreated EFB the PP matrix. Tensile and flexural properties of cellulose treated higher than untreated EFB. The mechanical properties of the composites increased with the use of coupling and bonding agent Maleic Anhydride grafted polypropylene (MAPP) and multi-functional acrylates (MFA) to improve bonding between cellulose and matrix polymers. (Khalid, et al., 2007).

Processing of cellulose fibers affect the improvement of mechanical properties (tensile strength, modulus of elasticity, hardness) polymer composites. Treatment with agents lead to good results of chemical bonds with cellulose fibers in improving the mechanical properties. Immersion in water affect the polymer composite electrical properties of the composite. Samples were processed polymer composites with cellulose treated giving the resistivity after immersion in water. Processing of cellulose fibers by increasing the chemical bonding agents (in particular amino groups) and to develop the mechanical and chemical properties of polymer composites in water. (Notingher, et al., 2006).

Modification process of polymer using reactive processing techniques have been reported by several investigators. The end result of the modification reaction to improve the compatibility of polymeric materials using lignocellulosic filler. Impact strength, dynamic fracture, the effect of water on electrical properties, flexural and tensile properties of polymer polypropylene with fiber reinforcement EFB has been reported by several investigators.

Compatibility between the microfibrils of EFB with HDPE is very low, this is due to the different nature of the polarity between the cellulose microfibrils of waste EFB with HDPE. With the addition of plasticizer will increase the compability in the biocomposite, which can be seen in the mechanical properties, thermal properties, surface morphology, and the FTIR spectrum. This weakness can be improved by mixing the polymer material reinforced with fibers such as, among others, micro-sized EFB fiber. In this study HDPE composites and EFB fiber in micro size will be processed further by using a melt blending method in its application to the material elements of furniture and electronic boards.

2. Materials and Methods

The materials used in this study is the fiber of oil palm empty fruit bunches (EFB), HDPE plastic, xylene solvent, NaOH 5% solvent, coupling agent maleic anhydride polyethylene (MAPE).

The equipments used crusher, grinding mill, vibrating sieve, three-neck flask, hot plate, condenser, set mixer. Pressing down the upper mold measuring 200 x 200 x 1 mm. Mold pressing middle-sized 115 x 80 x 2 mm, specimen mold and hot press. Differential Scanning Calorimeter test equipment (DSC), test equipment Tensile Strength, Impact test equipment, test equipment Scanning Electron Microscopy (SEM) and Fourier Transform Infra-Red (FTIR).

This study consists of four stages: the first stage of processing EFB fiber, HDPE matrix processing stage, processing composite (melt blending and hot press) and testing stage.

3. Results and Discussions

The resulting composite visually shows the appearance of a clearer and better homogeneity, the physical texture of the composite looks smooth with the delicate size of the filler.

3.1 Tensile Strength Properties

Tensile test is one of the mechanical test aims to determine the tensile strength of the material, the test material is pulled off. In composite board with 63 μ m size of the obtained values between 12,243 MPa tensile strength, composite board with 75 μ m filler size values obtained tensile strength of 11,592 MPa, composite board with filler size 90 μ m obtained values between 6.209 MPa tensile strength, whereas the composite board with size 106 μ m filler tensile strength values obtained amounted to only 3,969 MPa, filler size affects the values of tensile strength composite board.

Table 1 Tensile Strength analysis of HDPE/EFB micro composites with different size filler

No.	Filler size (μ m)	Tensile Strength (Mpa)	Elongation at Break (%)	Break (mm)
1.	63	12,243	4,718	5,019
2.	75	11,592	4,130	3,299
3.	90	6,209	3,969	2,980
4.	106	3,969	3,176	2,470
Max.	106	12,243	4,718	5,019
Min.	63	3,969	3,176	2,470

From Table 1, it can be seen that the composite board which has a larger filler size, then the value of tensile strength of the composite board is getting smaller. This happens because the mixing process, the finer the size of the filler will occur uniformly homogeneous mixing and vice versa, the larger the size of the filler will experience a lack of uniformity in the mixing process.

3.2 FT-IR analysis

FTIR analysis useful to obtain intensity are available on the groups bonding composites. FT-IR analysis results for HDPE composites with EFB fibers as shown in the Figure 2.

From FT-IR spectra analysis results for oil palm empty fruit bunches fiber (EFB), HDPE matrix and composite board product, it can be seen that the functional groups contained there in (Table 2). Table 2 shows that the functional groups contained in the EFB fiber is O-H, C-H, C=C, CC and C-H₂. In the HDPE matrix contained functional groups CH, C=C, C-C, CH₃ and CH₂, while the composite board products contained the entire functional groups listed in Table

2, the O-H group, C-H, C=O, C=C, C-C, CH₃ and CH₂.

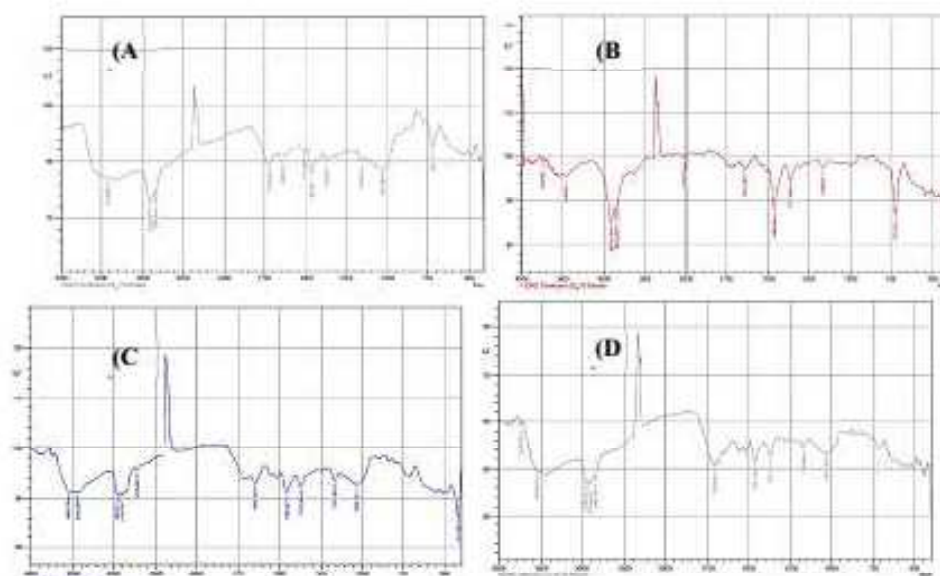


Figure 2 FT-IR spectra results based on differences in the size of the HDPE composite filler, (A) 63 μm, (B) 75 μm, (C) 90 μm and (D) 106 μm.

Table 2. FTIR spectrum of functional groups HDPE/EFB micro composites

Functional groups	Wave number (cm ⁻¹)	EFB	HDPE	Micro composites
O-H	3500 – 3200	✓	-	✓
C-H	3300 – 2850	✓	✓	✓
C=O	1725 – 1700	-	-	✓
C=C	1650 – 1475	✓	✓	✓
C-C	1650 – 1600	✓	✓	✓
Alkil				
-CH ₃	1465 – 1365	✓	✓	✓
-CH ₂			✓	✓

Note: ✓ = viable

3.3 Results of SEM Analysis

Observation through Scanning Electron Microscopy (SEM) was conducted to look at the surface of the composite. The existence of differences in the nature of the polarity between the filler particles and the matrix due to the influence of temperature, causing the filler particles of oil palm empty fruit bunches tend to be group/clot, resulting in an uneven distribution throughout the matrix, and cause the formation of spaces (spaces) along the particle becomes open. This shows the compatibility and the low nature of contact between the EFB filler particles and the HDPE matrix. SEM images of the specimen with a composite board composition ratio of 70:30 with the filler size 63, 75, 90, and 106 μm are shown in Figure 3. From the SEM photograph shown that a mixture of oil palm empty fruit bunch fibers with HDPE has demonstrated the existence of a strong interaction between the oil palm empty fruit bunches fibers with HDPE matrix, although there are still visible cavities between the fibers of oil palm empty fruit bunches. In figure A and B show that the matrix and filler distributed evenly, this means that the reaction is very good.

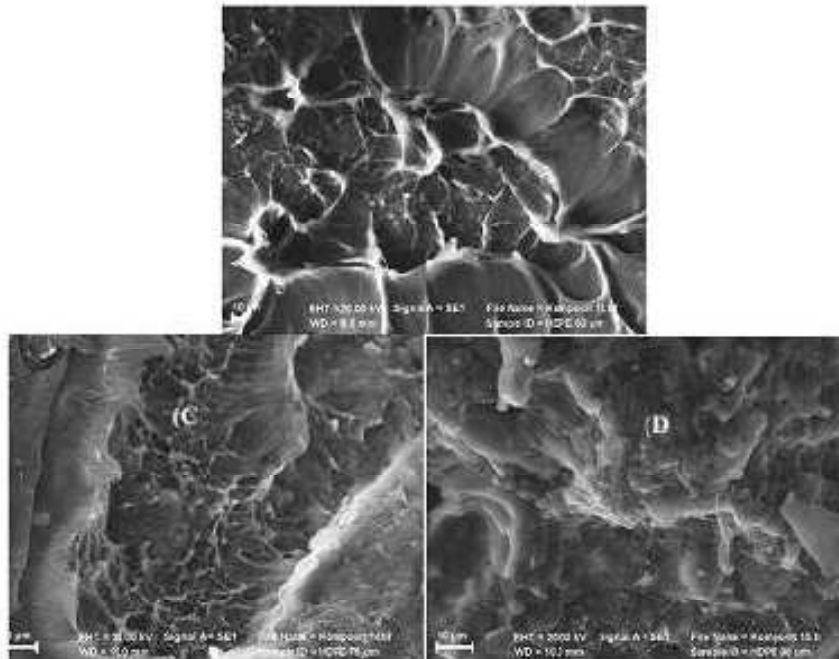


Figure 3. SEM photograph results based on different sizes of HDPE composite filler, (A) 63 μm, (B) 75 μm, (C) 90 μm and (D) 106 μm.

In images C and D when observed properly, there are clumps which means they are not subtle still found large cavities due to the filler matrix not distribute evenly, these cavities are caused by oxygen that gets in when the process of compression with hot forged instrument, the effect of the cavity on the strength of the resulting material is very low when compared to the power generated in the samples A and B.

3.4 Thermal properties analysis by differential scanning calorimetry (DSC)

DSC (Differential Scanning Calorimeter) analysis done to see the value of the melting point of the composite board to heat, and to see the amount of heat required to reach the melting point. Describe melting point phase change from solid to the liquid without changing the composition and melting temperature, which is the critical temperature, where the polymer crystallinity loss overall. Composite materials decreased melting point along with the addition of fillers, this occurs because the polymer chains are physically degraded, meaning that the polymer chains are driven by a filler material thus damaging the polymer molecule chains.

Table 4. Melting point and decomposition temperature HDPE/EFB micro composites with different size filler

No.	Particle size (μm)	T _{Polymer} (°C)	T _{Decomposition} (°C)	T _{Melting} (°C)
1.	63	130	106,77	497,07
2.	75	130	27,24	400,05
3.	90	130	30,75	496,73
4.	106	130	43,61	493,45
Max. value	106,77	497,07		
Min. value	27,24	400,05		

The curve has a typical model with two endothermic peaks. The value of the melting point and decomposition temperature of the composite HDPE/EFB not a single price but lies in a certain range. Figure 4 looks at the first peak, giving information about the melting point of the material, while the second peak gives information about the temperature of decomposition.

Temperature values contained in Figure 4 can be seen in Table 4, on the table very clearly visible increase in the melting point of the composite board in the test, basically the melting point of HDPE is not mixed with the EFB 130°C, but after the blending process is done, then the point melting of the composite products increased almost 4 times that of HDPE melting point, the melting point of the composite reaches 497,07°C, and the effect of filler size is very significant, clearly visible in Table 4, T melting of composite filler size is smaller, reaching up to 497,07°C filler when compared to its bigger size is 493,45°C, so it can be concluded that the smaller the size of the filler is used, the greater the melting point of the composite produced, so the better the quality.

Decomposition temperature is the temperature at which the material begins to experience a change and a shift in the composition of the molecules contained in the constituent materials. In this study, the filler composite composition measuring 63 µm higher temperature than the filler composite measuring 75, 90 and 106 µm. The temperature of the composite filler 63 µm is 106,77°C while the temperature of the filler composite which 75 µm is only 27,24°C, this is due to the bond that occurs between the smaller filler stronger so that the temperature needed to loosen the bond is very high when compared with that particles larger composition.

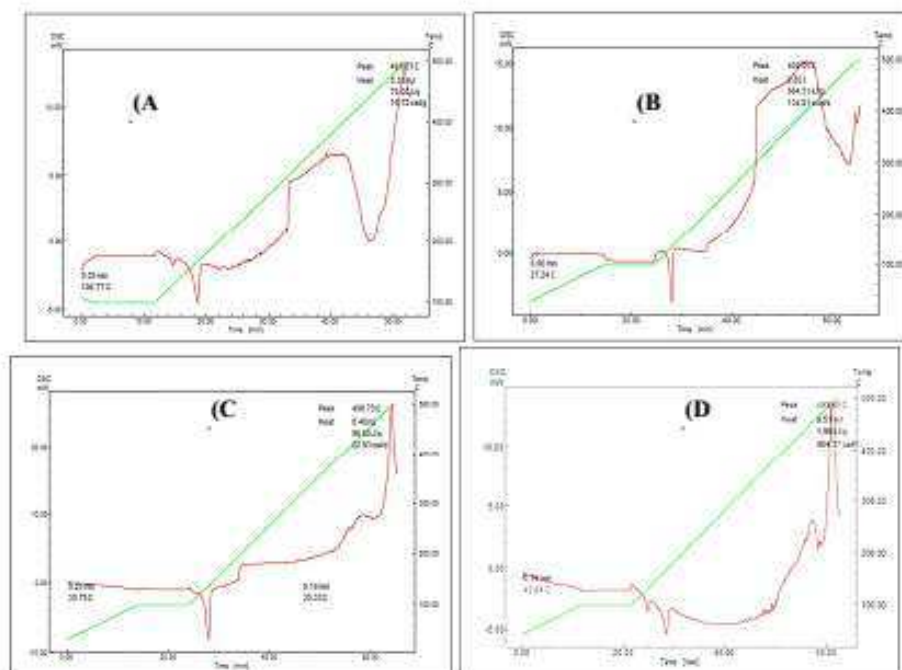


Figure 4. DSC analysis results based on differences in the size of the filler, (A) 63 µm, (B) 75 µm, (C) 90 µm and (D) 106 µm.

In Figure 4, we can see the increase of or decrease in the melting point and decomposition temperature of each of the composite material. Changes in the value of the melting point of

the HDPE matrix due to the influence of EFB filler, so the lower the temperature needed to melt the material. For the decomposed temperature, the composite test results show a temperature rise compared with the properties of HDPE matrix, can be the caused by the stronger interaction between the mixture of materials so that the results obtained have a high burning temperature. The difference in the size of the filler does not significantly affect the thermal properties of the composite.

3.5 Impact analysis

Impact analysis aims to find a collision stronger composite bump given load. Impact is a measure of the energy needed to break the material. An agent may be able to determine the level of impact is acceptable, the power bump material is larger then possessed a good rate.

Strong decline bump can be damaged, therefore a strong need to bump conventionally measured or where it was done by Impact testing/clash. In carrying out the Impact testing process, the procedures adopted must fit certain standards that apply to the results obtained and widely applicable. Various standards that can be used is the ASTM (American Standard for Testing Materials), JIS (Japanese Industrial Standard), DIN (Deutsche Industrie Normen).

Table 5 Impact analysis HDPE/EFB micro composites

No.	Size(μm)	W*(mm)	T(mm)	Impact(J/m ²)
1.	63	11	2,17	4943,4
2.	75	11	2,44	2537,2
3.	90	11	2,11	1573,6
4.	106	11	2,41	2516,0

*W = Width (mm), T = Thick (mm)

Oil palm empty fruit bunch composites with HDPE matrix with a high value provides enhanced Impact Impact on filler size 63 μm , as much as 4943.4 (J/m²). Impact test data plots for recycled HDPE matrix and oil palm empty fruit bunch fibers shown in Figure 4 effect of heat treatment on the polymer causes a decrease in the value homopolymer Impact generated, the heat treatment turns into a brittle polymer, which is in line with the increase of data tensile strength values.

Similarly, the composite filler size 63 μm . Impact strong value enhancement occurs in the composite filler size 63 μm after heating at 10°C. No clear trend in the formation of heat treatment on the Impact value is related to the complexity of polymer crystallization in the presence of fibers as reinforcement in polymer

4. Conclusions

Results achieved from this research is a method processing EFB filler and filler products with micrometer size. In this study the process of blending HDPE with fillers can be done by adding xylene 70% into 0.8 grams of MAPE and blending at temperatures 45-60°C. Composite obtained in this study have filler size 63, 75, 90 and 106 μm . Composite board that has a filler size larger then the value of the tensile strength of the composite board the smaller the amount of 3,969 MPa. Value of the average melting point obtained in the HDPE matrix composite board using the 400,05°C-497,07°C, the value is greater than the value of the HDPE melting point 135°C. EFB filler and HDPE matrix in the ratio 30%: 0% reacted so well that groups on both the raw material still present in the composite boards were formed. The smaller the size the better filler density and the resulting reaction because of all the filler can distribute homogeneously with the matrix. The larger filler used then causes the resulting strong bump commensal reduced. The results of this study can be applied as part of the

furniture, electronic elements, casings, etc., because of its high heat resistance, is a semiconductor, and not easily broken and durable.

Acknowledgements

This research is a collaboration of two universities (Grant Character) between Malikussaleh University and the University of North Sumatra, Higher Education program in 2013, thanks to the financial support and assistance.

References

1. Rozman, HD, et al., *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, (2001).
2. Rozman, HD, et al., *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, (2002).
3. Keener, T.J, et. al., *Maleated coupling agents for natural fiber composites*, Composites Part A: applied science and manufacturing, 35: 357-362, (2004).
4. Basuki, W., et al., *Oil palm empty fruit bunch polypropylene filled composites*, Int. J. Polymeric Materials, 53: 295-306, (2004).
5. Notingher, PV, et al., *The effect of water on electrical properties of polymer composites with cellulose fibers*, Journal of Optoelectronics and advanced materials, 8: 687-689, (2006).
6. Khalid, M, et.al., *Comparative study of polypropylene composites reinforced with oil palm fiber empty fruit bunch and palm oil derived cellulose*, J. Materials Design, 29: 173-178, (2007).