

**ANALISA PENGARUH TEMPERATUR *SEALING* TERHADAP
STRUKTUR MIKRO, KUAT TARIK DAN GUGUS FUNGSI
PADA MATERIAL KOMPOSIT LDPE-NILON-AL SEBAGAI
FLEKSIBEL *PACKAGING***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)
pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia

Oleh

YOHANES DWI ADHI HERDIANTO

1951057042



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

JAKARTA

2022



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : YOHANES DWI ADHI HERDIANTO

NIM : 1951057042

Program Studi : TEKNIK MESIN

Fakultas : TEKNIK

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul “ANALISA PENGARUH TEMPERATUR *SEALING* TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KUAT TARIK DAN GUGUS FUNGSI PADA MATERIAL KOMPOSIT LDPE-NILON-AL SEBAGAI FLEKSIBEL *PACKAGING*” adalah:

1. Ditulis dan dibuat sendiri dengan arahan dari dosen pembimbing kuliah saya, dengan tinjauan lapangan, membaca referensi buku-buku dan jurnal acuan yang saya lampirkan di dalam karya tugas akhir saya.
2. Tugas Akhir ini bukan merupakan plagiarisme atau duplikasi dari karya tulis yang telah diterbitkan dan digunakan untuk memperoleh gelar sarjana di perguruan tinggi lain, kecuali bagian sumber informasi yang disertakan dengan ketentuan yang berlaku.
3. Memberikan hak eksklusif tanpa royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, memindahkan media/format, mengelola dalam bentuk database, memelihara dan mempublikasikan.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal.

Jakarta, 28 Januari 2022



Yohanes Dwi Adhi Herdianto



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH TEMPERATUR *SEALING* TERHADAP
STRUKTUR MIKRO, KUAT TARIK DAN GUGUS FUNGSI PADA
MATERIAL KOMPOSIT LDPE-NILON-AL SEBAGAI FLEKSIBEL
*PACKAGING***

Oleh:

Nama : YOHANES DWI ADHI HERDIANTO

NIM : 1951057042

Program Studi : TEKNIK MESIN

Fakultas : TEKNIK

Diterima dan disahkan untuk memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Mesin.

Jakarta, 26 Febuari 2022

Menyetujui:

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Budiarto. M.Sc.

Ir. Sesmaro Max Yuda, M.T.

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Dekan

Diky Antonius, S.T., M.Sc.

Ir. Galuh Widati, M.Sc.





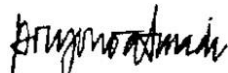
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada 28 Januari 2022 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : YOHANES DWI ADHI HERDIANTO
NIM : 1951057042
Program Studi : TEKNIK MESIN
Fakultas : TEKNIK

Termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul “ANALISA PENGARUH TEMPERATUR *SEALING* TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KUAT TARIK DAN GUGUS FUNGSI PADA MATERIAL KOMPOSIT LDPE-NILON-AL SEBAGAI FLEKSIBEL *PACKAGING*” oleh tim penguji yang terdiri dari:

	Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1	Dikky Antonius, S.T., M.Sc.	,Sebagai Ketua	
2	Melya Dyanasari Sebayang, S.Si, M.T.	,Sebagai Anggota	
3	Ir. Priyono Atmadi, DEA	,Sebagai Anggota	



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : YOHANES DWI ADHI HERDIANTO
NIM : 1951057042
Fakultas : FAKULTAS TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Tugas Akhir : SKRIPSI
Judul : ANALISA PENGARUH TEMPERATUR *SEALING*
TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KUAT TARIK DAN
GUGUS FUNGSI PADA MATERIAL KOMPOSIT
LDPE-NILON-AL SEBAGAI FLEKSIBEL *PACKAGING*

Menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini merupakan hasil karya saya yang sebenarnya di bawah arahan dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi dari makalah yang telah diterbitkan atau telah digunakan untuk memperoleh gelar akademik pada perguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Noneksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari saya menemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau peraturan perundang-undangan Republik Indonesia lainnya dan

integritas akademik dalam karya saya, maka saya pribadi melepaskan segala bentuk hukum dan sanksi yang timbul dan Universitas Kristen Indonesia dari segala hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta pada

Tanggal 28 Januari 2022



Yohanes Dwi Adhi Herdianto



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan rahmatnya sehingga penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini tidak memiliki halangan yang berarti. Pada kesempatan ini penulis akan menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang membantu dan mendukung dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini.

Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan dan ketulusan hati, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Dr. Dhaniswara K. Hardjono, S.H., M.H., M.B.A. sebagai Rektor Universitas Kristen Indonesia.
2. Ir. Galuh Widati, M.Sc. selaku Dekan dan Susilo, S.Kom, MT. sebagai Wakil Dekan Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.
3. Dikky Antonius, S.T., M.Sc. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.
4. Ir. Budiarto. M.Sc. dan Ir. Sesmaro Max Yuda, M.T. selaku Dosen pembimbing Skripsi yang selalu memberikan waktu, nasihat, dan dukungan dalam membimbing penulis menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen alih jurusan program Teknik Mesin dan Seluruh staf Fakultas Teknik.
6. Rekan-rekan Universitas Kristen Indonesia jurusan Teknik Mesin yang telah mendukung penulis untuk menyelesaikan penulisan ini.
7. Untuk kedua orang tua dan keluarga tercinta, khususnya segala doa dan dukungannya. Tanpa kalian rasanya peluh ini terasa sia-sia.

Jakarta, 28 Januari 2022

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS ILMIAH.....	ii
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	iii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR.....	iv
Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR ISTILAH	xv
ABSTRAK.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	18
1.1 Latar Belakang	18
1.2 Rumusan Masalah	20
1.3 Tujuan Penelitian	20
1.4 Batasan Masalah.....	21
1.5 Jadwal Penyusunan Tugas Akhir	21
1.6 Sistematika Penulisan.....	21
BAB II DASAR TEORI.....	23
2.1 Polimer	23
2.1.1 Klasifikasi Polimer	23
2.2 Titik tahan panas polimer.....	28
2.3 Kemasan Fleksibel	31
2.3.1 Komposisi Kemasan Fleksibel	31
2.3.2 Aluminium.....	32
2.3.3 Aluminium foil	32
2.3.4 Laminasi dan <i>metallized film</i>	32
2.4 <i>Heat seal layer</i> berupa <i>film</i>	33
2.4.1 Polietilen / <i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE).....	34
2.4.2 Bioriented Polamide (BOPA).....	35
2.4.3 Persiapan <i>Raw Material</i>	36

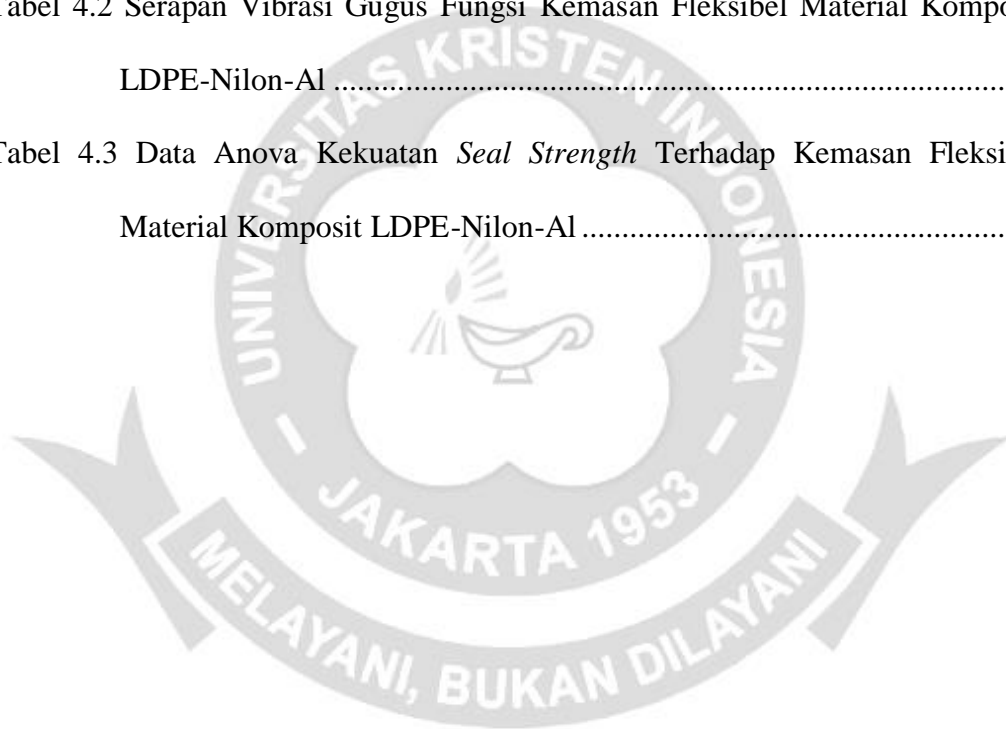
2.4.4	Proses <i>Printing</i>	36
2.4.5	Laminasi <i>Extrusion</i>	37
2.4.6	Proses <i>Slitting</i>	38
2.5	<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>	38
2.5.1	Prinsip Kerja FTIR	39
2.5.2	Bentuk Spektrum Inframerah	41
2.5.3	Penyebab Terjadinya Serapan Frekuensi Inframerah.....	41
2.5.4	Peregangan Ikatan (<i>Bond Stretching</i>).....	42
2.5.5	Pengerutan Ikatan (<i>Bond Bending</i>).....	42
2.5.6	Cara Menginterpretasikan Spektrum Inframerah	43
2.6	Sifat Mekanis	45
2.6.1	<i>Tensile Strength</i> (Kuat Tarik).....	46
2.6.2	Tegangan (<i>Stress</i>)	47
2.6.3	Regangan (<i>Strain</i>).....	47
2.7	<i>Scanning Electron Microscope</i>	47
2.7.1	<i>Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy</i>	49
2.7.2	<i>X-Ray Diffraction</i>	49
BAB III METODE PENELITIAN		50
3.1	Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian	50
3.2	Bahan.....	50
3.3	Peralatan.....	52
3.4	Diagram Alir	54
3.5	Cara Kerja	56
3.5.1	Langkah Kerja SEM EDX.....	56
3.5.2	Langkah Kerja <i>Sealing Strength</i>	56
3.5.3	Langkah Kerja <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR).....	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		58
4.1	Hasil Pengujian	58
4.1.1	Analisa Struktur Mikro dan Kandungan Material Dengan Metode SEM-EDX Kemasan Fleksibel Material Komposit (LDPE-Nilon-AL)	58
4.1.2	Analisa Kekuatan <i>Sealing Strength</i> Kemasan Fleksibel Material Komposit (LDPE-Nilon-AL)	65

4.1.3 Analisa Gugus Fungsi Dengan Metode FTIR Kemasan Fleksibel Material Komposit (LDPE-Nilon-Al).....	67
4.2 Hipotesis Analisa Statistik.....	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	72



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Titik Cair Polimer	29
Tabel 2.2 Ketahanan Panas Polimer (Kontiu).....	30
Tabel 2.3 Hubungan Bilangan Gelombang Dengan Jenis Ikatan.	43
Tabel 3.1 Data Material Kemasan Fleksibel.....	50
Tabel 4. 1 Hasil Kandungan Unsur Pengujian SEM-EDX	63
Tabel 4.2 Serapan Vibrasi Gugus Fungsi Kemasan Fleksibel Material Komposit LDPE-Nilon-Al	68
Tabel 4.3 Data Anova Kekuatan <i>Seal Strength</i> Terhadap Kemasan Fleksibel Material Komposit LDPE-Nilon-Al	70



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Polimer (R and <i>represent two different monomers</i>).....	25
Gambar 2.2	Konformasi Heliks Rantai Polimer Polipeptida.....	28
Gambar 2.3	Komposisi Kemasan Fleksibel.....	31
Gambar 2.4	Proses <i>Heating</i> Kemasan Fleksibel.....	33
Gambar 2.5	Proses <i>Printing</i> Kemasan Fleksibel.....	37
Gambar 2.6	Proses Laminasi <i>Extrusion</i>	38
Gambar 2.7	Bagan Pembuatan Kemasan Fleksibel.....	38
Gambar 2.8	Skema Proses FTIR.....	40
Gambar 2.9	Spektrum Inframerah.....	41
Gambar 2.10	Vibrasi Karena Peregangan dan Perekatan Ikatan.....	42
Gambar 2.11	Vibrasi Karena Naik Turunnya Ikatan.....	43
Gambar 2.12	Metode Uji Tarik Kemasan Fleksibel.....	46
Gambar 2.13	Skema <i>Scanning Electron Microscope</i>	49
Gambar 3.1	Sampel FTIR.....	51
Gambar 3.2	Sampel SEM-EDX.....	51
Gambar 3.3	Sampel <i>Sealing Strength</i>	51
Gambar 3.4	Gunting.....	52
Gambar 3.5	Penggaris Besi.....	52
Gambar 3.6	Spidol.....	52
Gambar 3.7	Block Heater Mesin.....	52
Gambar 3.8	Mesin FTIR Spektrofotometer.....	53
Gambar 3.9	Mesin SEM-EDX.....	53

Gambar 3.10	Mesin Uji Tarik	53
Gambar 3.11	Diagram Alir Penelitian.	54
Gambar 3.12	Ukuran Sampel ASTM F88.....	55
Gambar 3.13	Skema Kerja FTIR	57
Gambar 4.1	a. Mikrograf Material Kemasan Fleksibel Material Komposit LDPE-Nilon-Al Awal, Pembesaran Dari 3000X, 5000X, dan 10000X b. Mikrograf dan Komposisi Unsur Kimia Dari Kemasan fFleksibel Material Komposit LDPE-Nilon-Al Awal.	58
Gambar 4.2	Mikrograf Material Kemasan Fleksibel Material Komposit LDPE-Nilon-Al Pembesaran Dari 3000X, 5000X, dan 10000X. (a. Temperatur 160 °C, b. Temperatur 170 °C, dan c. Temperatur 180 °C).....	59
Gambar 4.3	Mikrograf dan Komposisi Unsur Kimia Dari Kemasan Fleksibel Material Komposit LDPE-Nilon-Al Pada Temperatur 160 °C	60
Gambar 4.4	Mikrograf dan Komposisi Unsur Kimia Dari Kemasan Fleksibel Material Komposit LDPE-Nilon-Al Pada Temperatur 170 °C	61
Gambar 4.5	Mikrograf dan Komposisi Unsur Kimia Dari Kemasan Fleksibel Material Komposit LDPE-Nilon-Al Pada Temperatur 180 °C	62
Gambar 4.6	Grafik Penurunan Unsur Karbon Pada Hasil Pengujian SEM-EDX.	63
Gambar 4.7	<i>Sealing Strength</i> Kemasan Fleksibel Material Komposit LDPE-Nilon-Al Pada Temperatur 160 °C.....	65

Gambar 4.8	<i>Sealing Strength</i> Kemasan Fleksibel Material Komposit LDPE-Nilon-Al Pada Temperatur 170 °C.....	65
Gambar 4.9	<i>Sealing Strength</i> Kemasan Fleksibel Material Komposit LDPE-Nilon-Al Pada Temperatur 180 °C.....	66
Gambar 4.10	Sampel Material Komposit Setelah Uji <i>Sealing Strength</i>	66
Gambar 4.11	Spektogram LDPE-Nilon-Al Pada Temperatur 160 °C.....	67
Gambar 4.12	Spektogram LDPE-Nilon-Al Pada Temperatur 170 °C.....	67
Gambar 4.13	Spektogram LDPE-Nilon-Al Pada Temperatur 180 °C.....	68



DAFTAR ISTILAH

Fleksibel	: Lentur; mudah dibengkokkan
Delaminasi	: Pemisahan lapisan dalam panel karena kegagalan perekat.
Mikroorganisme	: Makhluk hidup sederhana terbentuk dari satu.
Laminasi	: Pelapisan bahan tipis dengan lempeng pada kedua sisinya.
Substrat	: Reaktan dalam reaksi yang dikatalisis enzim Mikrobiologi.
Instrumen	: Alat yang dipakai untuk mengerjakan sesuatu
Spektrum	: Gambaran komposisi dari suatu pancaran atau emisi cahaya atau gelombang.
Absorpsi	: Penyerapan sebagian panas.
Deformasi	: Perubahan bentuk atau dimensi apapun dari suatu unsur konstruksi dalam.
Difraksi	: Gelombang yang mengalami hambatan saat merambat.
Topografi	: Pemetaan, kajian atau penguraian terperinci tentang keadaan muka bumi pada suatu daerah.
Morfologi	: Susunan dan fungsi tubuh

ABSTRAK

Pengemasan merupakan salah satu cara dalam memberikan pengamanan terhadap bahan atau produk agar bahan dan produk tersebut baik serta tidak mengalami kerusakan yang disebabkan oleh berbagai macam faktor, salah satu faktor kerusakan pada kemasan *packaging* adalah kebocoran. Kemasan plastik fleksibel merupakan salah satu kemasan yang dibutuhkan dalam mengemas suatu produk makanan dan produk lainnya dalam bentuk, *solid*, *powder*, dan *liquid*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap gugus fungsi dan kuat tarik, kuat tarik dan struktur mikro pada *standing pouch* material komposit LDPE, Nilon, dan Aluminium. Pada proses pembuatan sampel uji tersebut dengan variasi temperatur yaitu $160\text{ }^{\circ}\text{C}$, $170\text{ }^{\circ}\text{C}$, $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ serta waktu tetap 1 menit dan tekanan tetap 3 bar. Sehingga dibutuhkan kemasan yang dapat melindungi makanan didalamnya karena memiliki sifat *barrier resistance* dan kekuatan secara fisik. Penelitian ini menggunakan metode antara lain pengujian *Struktur Mikro* menggunakan *SEM-EDX*, pengujian *Sealing Strength* menggunakan metode *ASTM F88*, dan pengujian gugus fungsi menggunakan metode *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*.

Hasil pengujian kemasan plastik fleksibel dengan campuran material komposit (LDPE-Nilon-Al) menunjukkan bahwa variasi temperatur *sealing* $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ adalah temperatur yang paling baik karena pada temperatur tersebut hasil permukaan *sealing* pada kemasan plastik fleksibel terlihat lebih sedikit mengalami kerusakan akibat perlakuan panas. Berdasarkan karakteristik pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) terlihat morfologi permukaan material komposit (LDPE-Nilon-AL) memiliki hasil permukaan yang baik dan memiliki hasil terbesar pada komposisi unsur rata-rata carbon 68,89 wt%. Hasil pengujian kuat tarik hasil *sealing* dengan standard ASTM F88 yang didapatkan adalah 106 N. Sementara itu, hasil karakteristik *spectra* FTIR menunjukkan gugus fungsi N-H *secondary amide stretching*, O-Al-OH, dan C-H alkil pada bilangan gelombang $3297,66\text{ cm}^{-1}$, $1199,50\text{ cm}^{-1}$, dan $2933,18\text{ cm}^{-1}$.

Kata kunci : Kemasan Fleksibel, *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*, *Scanning Electron Microscope*, *Sealing Strength*.

Abstract

Packaging is one way to provide security for materials or products so that the materials and products are good and do not suffer damage caused by various factors, one of the factors of damage to the packaging is leakage. Flexible packaging is one of the packages needed to package a food product and other products in solid, powder, and liquid forms.

This study aims to determine the effect of temperature on functional groups and tensile strength, tensile strength and microstructure on standing pouch of LDPE, Nylon, and Aluminum composite material. In the process of making this test sample with variations in temperature, namely 160 °C, 170 °C, 180 °C and a fixed time of 1 minute and a constant pressure of 3 bar. So it takes packaging that can protect the food inside because it has barrier resistance properties and physical strength. This study uses methods such as Microstructure testing using SEM-EDX, Sealing Strength testing using the ASTM F88 method, and functional group testing using the Fourier Transform Infrared Spectroscopy method.

In flexible plastic packaging with a mixture of composite materials (LDPE-Nylon-Al) shows that the variation of the sealing temperature of 160 °C is the best temperature because at that temperature the sealing surface on flexible plastic packaging looks less damaged due to heat treatment. Based on the SEM test, it can be seen that the surface morphology of the composite material (LDPE-Nylon-AL) has a good surface yield and has the largest yield at an average composition of 68.89 wt% carbon. The results of the tensile strength test for sealing with the ASTM F88 standard obtained are 106 N. Meanwhile, the results of the FTIR characteristics show the NH secondary amide stretching, O-Al-OH, and CH alkyl functional groups at wave numbers 3297.66 cm^{-1} , 1199.50 cm^{-1} , and 2933.18 cm^{-1}

Keywords : Flexible packaging, Fourier Transform Infrared Spectroscopy, Scanning Electron Microscope, Sealing Strength.