

## **Analisa Pengaruh Temperatur *Sealing* terhadap Kuat Tarik dan Gugus Fungsi pada Material Komposit LDPE-NILON-AL sebagai Fleksibel *Packaging***

**Budianto, Yohanes Dwi Adhi H, Sesmaro Max Yuda**

Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia, Indonesia

Jl. Mayjen Sutoyo No.2, RT .9/RW.6, Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13630

e-mail : [adhiherdianto@gmail.com](mailto:adhiherdianto@gmail.com)

*Received* 06 Februari 2022 | *Revised* 05 April 2022 | *Accepted* 11 April 2022

### **ABTRAK**

Kemasan plastik fleksibel merupakan salah satu kemasan yang dibutuhkan dalam mengemas suatu produk makanan dan produk lainnya dalam bentuk, solid, powder, dan liquid. Pada kemasan plastik fleksibel dengan campuran material komposit ( LDPE-Nilon-Al ) menunjukkan bahwa variasi suhu *sealing* 160 °C adalah suhu yang paling baik karena pada suhu 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 cm<sup>-1</sup>, 1199,50 cm<sup>-1</sup>, dan 2933,18 cm<sup>-1</sup>.

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

### **ABSTRACT**

*Flexible packaging is one of the packages needed to package a food product and other products in solid, powder, and liquid forms. 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<sup>-1</sup>, 1199.50 cm<sup>-1</sup>, and 2933.18 cm<sup>-1</sup>*

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

## 1. Pendahuluan

Kemasan pada umumnya digunakan dalam industri manufaktur, dikategorikan berdasarkan pada material yang membentuknya dan kebutuhan produk yang dikemas. Fleksible *packaging* (kemasan plastik fleksibel), merupakan salah satu dari banyak bentuk kemasan yang dibutuhkan dalam mengemas suatu produk makanan dan produk lainnya dalam bentuk, *solid, powder, liquid*. Maksud dan tujuan kemasan ini dapat melindungi makanan didalamnya karena memiliki sifat *barrier resistance* dan kekuatan secara fisik. Kelebihan lainnya yang dimiliki kemasan plastik fleksibel adalah beratnya ringan, *design* yang praktis, mudah di *seal* dengan *low* temperatur, tahan lipatan dan memiliki nilai ekonomis [1].

Dari penelitian [2] hasil beberapa uji yang telah dilakukan interaksi kimia dari plastik biodegradable yang dihasilkan dapat dilihat berdasarkan hasil analisa dengan FTIR ditemukan bilangan gelombang  $1165,00\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan gugus fungsi C-O bending yang khas untuk menunjukkan ikatan antara limbah plastik polipropilena yang digrafting dengan maleat anhidrida dengan bantuan inisiator benzoil peroksida dan pati biji durian yang didukung dengan bilangan gelombang  $1635,64\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan gugus fungsi C=C pada maleat anhidrida dan polipropilena yang terikat silang dan bilangan gelombang  $3448,72$  yang menunjukkan gugus fungsi O-H *stretching* yang khas untuk menunjukkan pati.

Pada proses perekatan atau *seal* kemasan fleksibel yang berlapis PET-ALU FOIL-LDPE diperlukan temperatur yang cukup untuk melelehkan LDPE dan PET hasil penelitian yang dilakukan [3]. Berdasarkan hasil penelitiannya didapatkan *seal strength* optimal yaitu 31 N/15mm temperatur  $180^{\circ}\text{C}$  pada arah TD dan 34 N/15mm  $160^{\circ}\text{C}$  pada arah MD sudah cukup mempunyai nilai *seal strength* yang memenuhi standar kemasan pestisida yaitu 30 N/15mm. sehingga tidak perlu menaikkan temperatur sampai  $240^{\circ}\text{C}$  yang akan melebihi penggunaan energi serta waktu proses *seal*.

Menurut pengujian yang dilakukan [4] dari hasil pengujiannya kuat Kekuatan tarik segel kemasan aluminium foil, semakin tinggi suhu yang diberikan maka semakin kuat daya rekat yang dihasilkan. Untuk uji kebocoran dimana semakin tinggi temperatur yang diberikan menghasilkan kualitas seal yang baik/tidak bocor (OK). Dari hasil pengujian tarik segel kemasan aluminium foil, semakin tinggi tekanan yang diberikan, semakin tinggi kekuatannya. Pemberian tekanan yang terlalu besar belum tentu menghasilkan kualitas kemasan yang baik, karena pada tekanan berlebih uji kebocorannya buruk (NG).

PT XEZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang *food and beverage*. Pada salah satu pengemasan susu kental manis menggunakan bahan kemasan plastik fleksibel dengan spesifikasi 3 kandungan jenis material komposit ( NY lebar 1010 mm tebal  $15\text{ }\mu\text{m}$ , ALU lebar 1010 mm tebal  $7\text{ }\mu\text{m}$ , dan LLDPE 1010 mm tebal  $120\text{ }\mu\text{m}$  ) pada saat proses permesinan di mesin *filling* susu kental manis terkadang masih ada terdapat kemasan yang mengalami kebocoran pada bagian *sealing*. Data kebocoran pada tahun 2020 total karton kembali dari kosumen adalah 11.012, di dalam karton tersebut ditemukan kemasan fleksibel *packaging* susu kental manis yang bocor dan cacat deliminasi.

Penelitian ini untuk menganalisa bagaimana pengaruh temperatur terhadap struktur mikro, kuat tarik / *seal strength*, dan gugus fungsi pada *standing pouch* material kemasan komposit LDPE, Nilon, dan Aluminium yang digunakan PT XYZ pada pengemasan susu kental manis dengan variasi temperatur *sealing*  $160^{\circ}\text{C}$ ,  $170^{\circ}\text{C}$ , dan  $180^{\circ}\text{C}$  pada mesin *filling pouch* dengan tekanan dan waktu tetap yaitu 3 bar dan 1 menit. Sehingga data analisa yang didapatkan menjadi acuan untuk metode modifikasi komposisi material.

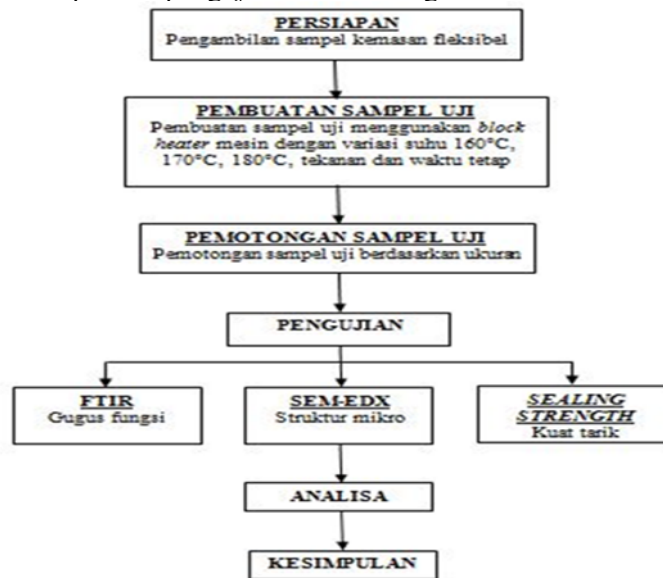
**2. Metodologi Penelitian**

Bahan yang digunakan kemasan fleksibel material komposit LDPE-Nilon-Al yang melindungi produk dari kerusakan selama penyimpanan dan pengangkutan. Laminasi terdiri dari lapisan dalam yang dapat ditutup rapat dan salah satu lapisan harus terbuat dari aluminium untuk melindungi produk dari oksigen, cahaya, dan kelembaban. Komponen kemasan fleksibel tidak boleh mentransfer senyawa signifikan apapun ke dalam produk, yang dianggap sebagai bahaya. Mencetak pada kemasan fleksibel tidak akan mengalami perubahan selama masa simpan produk. Data material kemasan fleksibel material komposit adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.1 Data material kemasan fleksibel**

<i>Product Packing : SCM Pouch 560 gr</i>			
<i>Layer Composition</i>	<i>Unit</i>	<i>Standard</i>	<i>Tolerance</i>
O-Nylon	µm	15	± 1
Adhesive	µm	3	± 0,5
Aluminium (Alu)	µm	7	± 0,5
Adhesive	µm	3	± 0,5
Linear Low Density Polyethylene (LLDPE)	µm	120	± 12
Total Thickness	µm	148	± 14,5

Langkah pengambilan sampel dan pengujian adalah sebagai berikut:



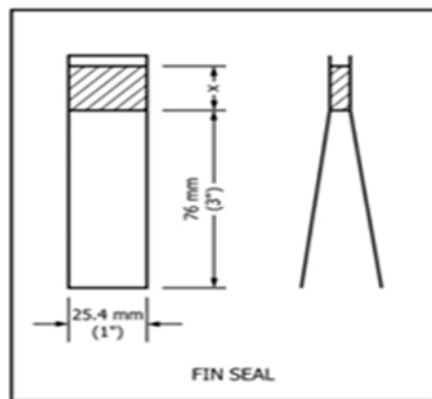
**Gambar 2.1 Diagram alir**

Struktur mikro kemasan fleksibel bahan komposit LDPE-Nylon-Al dapat diteliti dengan alat yang disebut *Scanning Electron Microscope* berupa foto digital. Menurut [5] langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- Sebuah sampel yang merupakan hasil penyegelan kemasan fleksibel bahan komposit LDPE-Nylon-Al ditempatkan dalam wadah yang akan dilapisi emas.
- Sampel diletakkan pada wadah, kemudian disinari dengan berkas elektron sekitar 20 kV. Dengan demikian, sampel memancarkan elektron sekunder dan elektron hamburan balik (BSE) yang dapat dideteksi oleh detektor Scintilator yang diperkuat sehingga muncul gambar pada layar CRT.
- Pemotretan dilakukan dengan cara mengatur bagian tertentu dari objek dan perbesaran yang diinginkan.

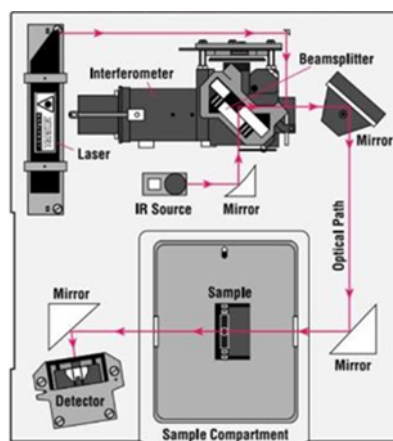
Pengujian *sealing strength* merupakan proses pengujian terhadap daya rekat pada suatu kemasan untuk mengetahui kuat rekat kemasan tersebut. Pengujian ini dilakukan supaya dapat mengetahui kekuatan dan ketahanan kemasan terhadap kerusakan kemasan akibat faktor dari luar. Standard pengujian *sealing strength of barrier material* adalah ASTM F88 [6].

- a. Sampel yang berupa hasil *sealing* kemasan fleksibel material komposit LDPE-Nilon-Al kemudian marking sesuai ukuran standard ASTM F88, setelah itu potong menggunakan gunting.
- b. Nyalakan mesin uji *sealing strength*, cekam dengan *jaw* mesin bagian ujung-ujung sampel uji.
- c. *Start* mesin kemudian mesin akan bekerja secara otomatis menarik sampel uji dan data kekuatan *sealing strength* diolah pada aplikasi komputer mesin.



Gambar 2.2 Ukuran sampel ASTM F88

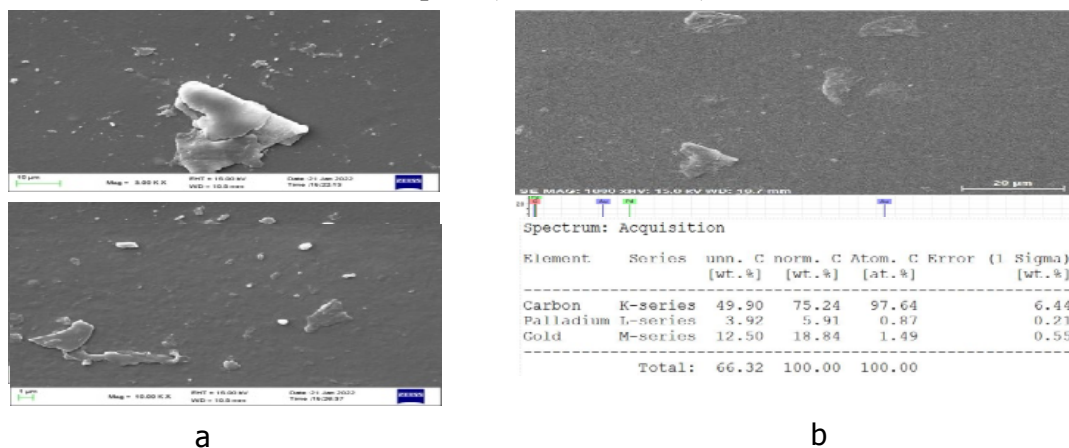
Uji *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* dilakukan untuk mengetahui informasi terkait gugus fungsi yang ada pada komposit yang dihasilkan. Gugus fungsi ditunjukkan oleh puncak yang berbeda. Cara kerja *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* sebagai berikut dapat dilihat pada Gambar 2.2. Pertama, sampel kemasan fleksibel dari bahan komposit LDPE-Nylon-Al yang akan diukur diidentifikasi, baik berupa atom atau molekul. Sinar infra merah yang bertindak sebagai sumber cahaya dibagi menjadi dua sinar, satu dilewatkan melalui sampel dan yang lainnya melalui komparator. Kemudian berturut-turut melewati pemotong. Setelah melalui prisma atau kisi-kisi, sinar akan jatuh pada detektor dan diubah menjadi sinyal listrik yang kemudian direkam oleh perekam. Selanjutnya, penguat diperlukan ketika sinyal yang dihasilkan sangat lemah [7].



Gambar 2.2 Cara kerja FTIR

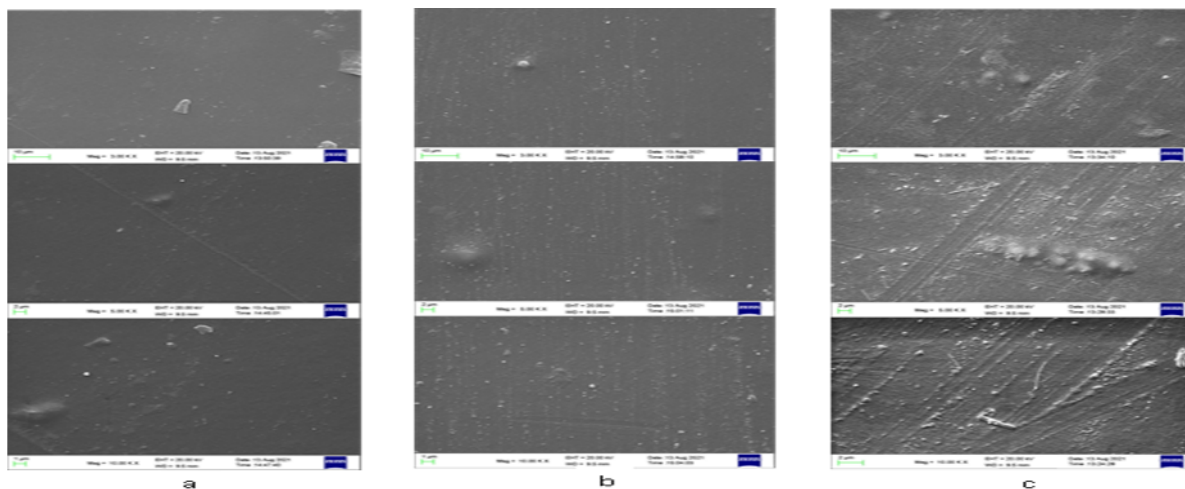
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisa Struktur Mikro dan Kandungan Material Dengan Metode SEM-EDX Kemasan Fleksibel Material Komposit ( LDPE-Nilon-Al)



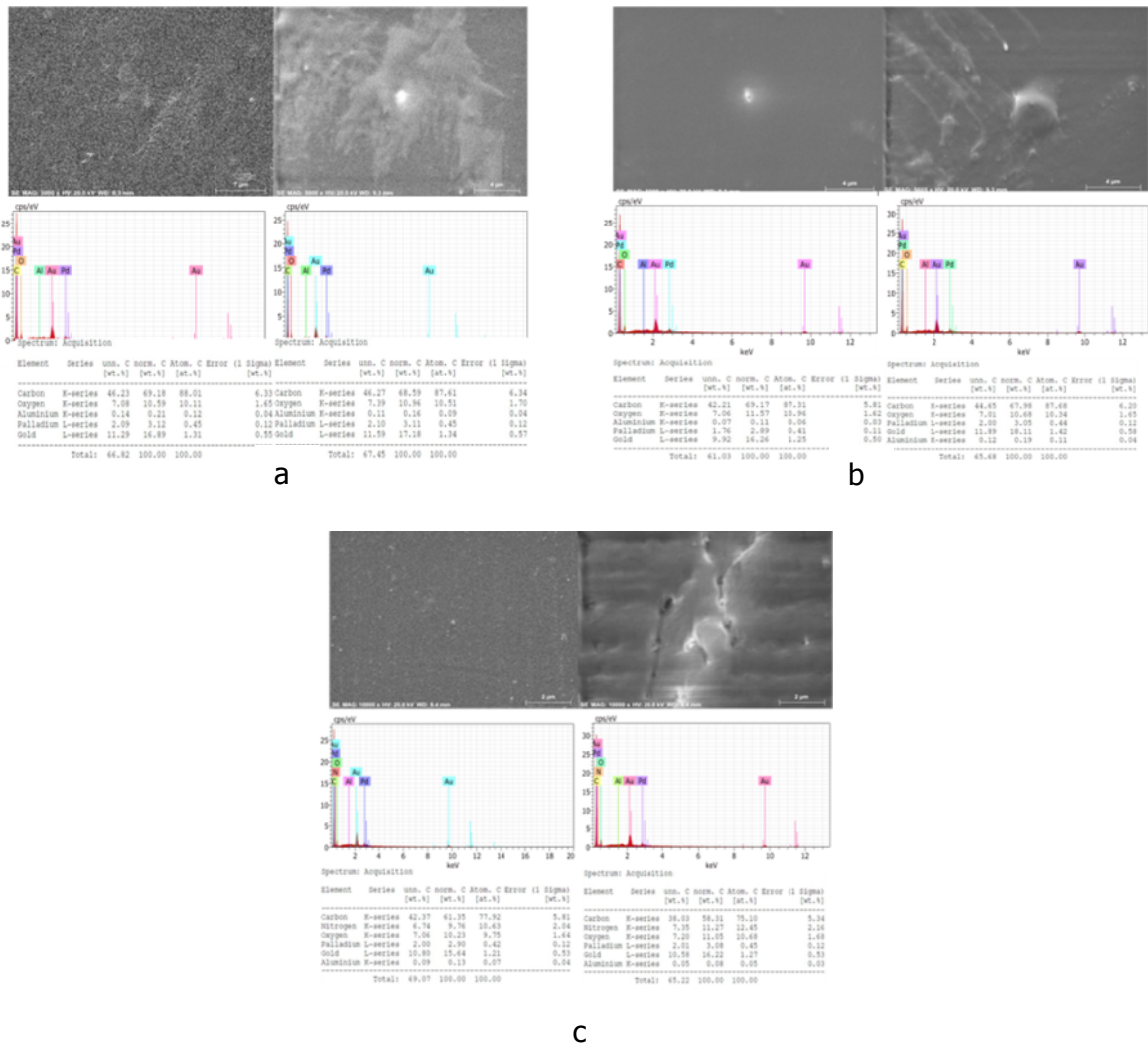
Gambar 3.1 a. Mikrograf material kemasan fleksibel material komposit LDPE-Nilon-Al awal, pembesaran dari 3000X, 5000X, dan 10000X b. Mikrograf dan komposisi unsur kimia dari kemasan fleksibel material komposit LDPE-Nilon-Al awal.

Berdasarkan hasil pengujian mikrograf material fleksibel komposit LDPE-Nilon-Al pada gambar (a.) menunjukkan hasil permukaan material sebelum mendapatkan perlakuan panas atau proses *sealing*. Berdasarkan uji SEM EDX terhadap material fleksibel LDPE-NILON-AL awal sebelum mendapatkan perlakuan panas atau proses *sealing* mengandung unsur carbon 75,24 wt% , Palladium 5,19 wt% , dan gold 18,84 wt%



Gambar 3.2 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 ).

Morfologi permukaan dari kemasan fleksibel material komposit LDPE-Nilon-Al, memperlihatkan bahwa permukaan hasil *sealing* terlihat cukup baik karena dari pembesaran 3000X, 5000X, dan 10000X hampir tidak ada cacat permukaan yang berarti. Hasil *sealing* dengan variasi temperatur 160 °C, 170 °C, 180 °C terlihat tidak ada deformasi yang signifikan pada material ketika mengalami perlakuan panas, hanya saja terdapat beberapa permukaan hasil *sealing* yang kasar.



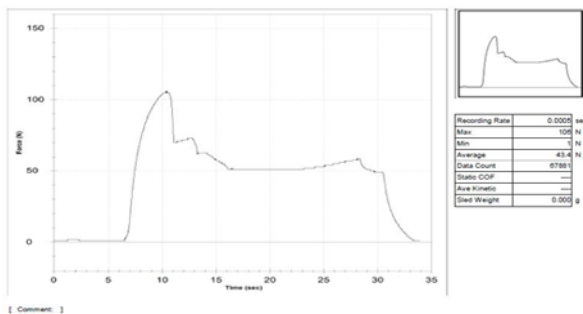
**Gambar 3.3** Mikrograf dan komposisi unsur kimia dari kemasan fleksibel material komposit LDPE-Nilon-Al pada temperatur a. 160 °C b. 170 °C c. 180 °C

Berdasarkan uji SEM EDX terhadap material fleksibel LDPE-NILON-AL pada temperatur 160 °C dari dua sampel mengandung unsur rata-rata carbon 68,89 wt% , alumunium 0,19 wt%, oksigen 10,78 wt% , palladium 3,16 wt% , dan gold 17,04 wt%. Berdasarkan uji SEM EDX terhadap material fleksibel LDPE-Nilon-Al pada temperatur 170 °C dari dua sampel mengandung unsur rata-rata carbon 67,58 wt% dan alumunium 0,15 wt%, oksigen 11,13 wt% , palladium 2,97 wt% , dan gold 17,19 wt%. Berdasarkan uji SEM EDX terhadap material fleksibel LDPE-Nilon-Al pada temperatur 180 °C dari dua sampel mengandung unsur rata-rata carbon 59,83 wt% dan alumunium 0,105 wt%, nitrogen 10,52 wt%, oksigen 10,64 wt% , palladium 2,99 wt%, dan gold 15,93 wt%.

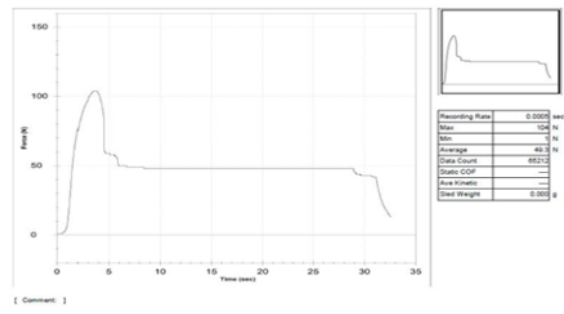
Berdasarkan hasil uji SEM-EDX pada material kemasan fleksibel (LDPE-Nilon-Al), perlakuan panas pada maerial mempengaruhi unsur karbon yang dihasil pengujian komposisi unsur kimia dengan pengujian SEM-EDX pada tabel kandungan unsur SEM-EDX

Dari kandungan unsur SEM-EDX menunjukkan bahwa komposisi unsur karbon pada sampel material LDPE-Nilon-Al (sampel material asli/material awal dibanding dengan komposisi unsur karbon pada sampel temperatur 160 °C,170 °C, dan 180°C mengalami penurunan kandungan karbonnya. Hal ini terjadi karena titik leleh 105 °C - 115°C (Tabel 3.11 hal 195) dan ketahanan panas 105 °C -120 °C (Tabel 3.12 hal 197). Memperlihatkan, artinya bahwa sampel pada temperatur 160 °C, 170 °C, 180 °C telah terjadi perubahan atau pengurangan unsur karbon yang diakibatkan telah terjadinya dipolimerisasi atau pemutusan rantai polimer yang menghasilkan monomer atau disebut dengan metode hidrolisis [8].

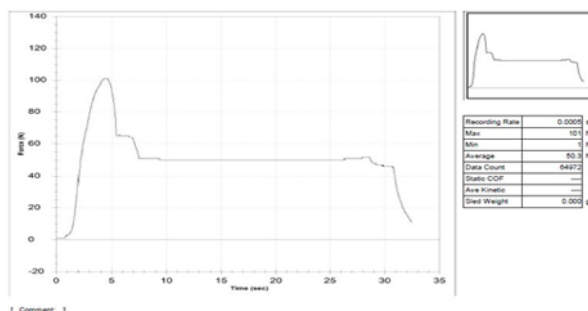
### 3.2. Analisa Kekuatan *Sealing Strenght* Kemasan Fleksibel Material Komposit (LDPE-Nilon-AL)



Gambar 3.4 Hasil *sealing strength* 160 °C



Gambar 3.5 Hasil *sealing strength* 170 °C

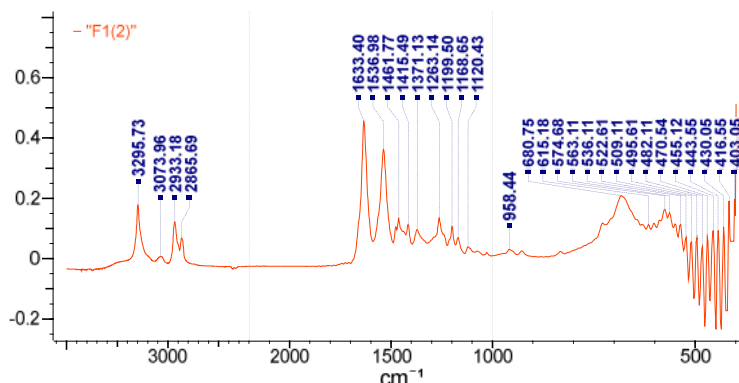


Gambar 3.6 Hasil *sealing strength* 180 °C

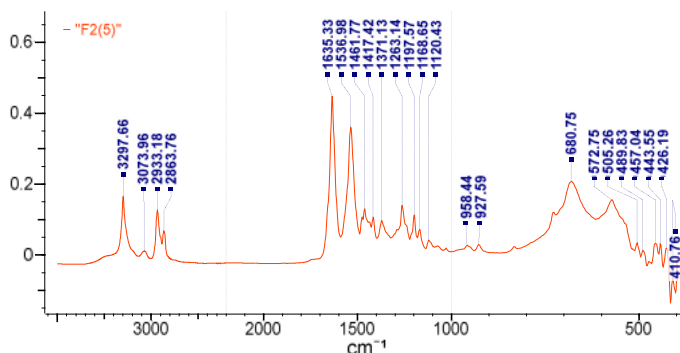
Berdasarkan hasil uji *sealing strength* dengan tekanan dan waktu yang sama, pada variasi temperatur 160 °C kekuatan *sealing* yang dihasilkan 106 N, temperatur 170 °C kekuatan *sealing* yang dihasilkan 104 N dan kekuatan *sealing* yang dihasilkan pada variasi temperatur 180 °C adalah 101 N.

Sedangkan *sealing strength* rata rata semakin besar temperatur yang digunakan maka semakin besar kekuatannya yaitu 50,3 N. *Sealing strength* rata rata ini disebabkan oleh lapisan nilon pada material komposit LDPE-Nilon-Al yang tidak putus tetapi semakin mulur.

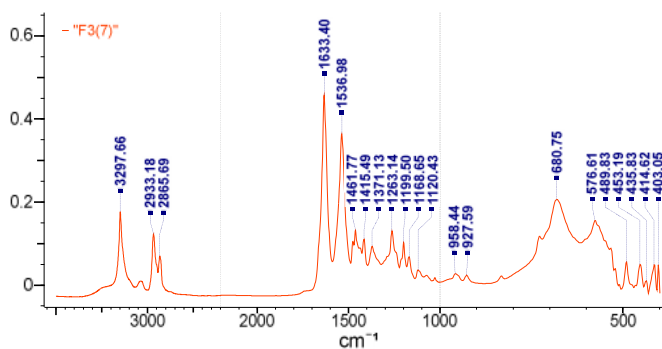
### 3.3. Analisa Gugus Fungsi Dengan Metode FTIR Kemasan Fleksibel Material Komposit (LDPE-Nilon-Al)



Gambar 3.2 Spektogram LDPE-Nilon-Al pada temperatur 160 °C



Gambar 3.8 Spektogram LDPE-Nilon-Al pada temperatur 170 °C



Gambar 3.9 Spektogram LDPE-Nilon-Al pada temperatur 180 °C



**Tabel 3.1 Serapan vibrasi gugus fungsi kemasan fleksibel material komposit LDPE-Nilon-Al [9]**

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm-1)									
	160 °C			170 °C			180 °C			Literatur
	LDPE	Nilon	Al	LDPE	Nilon	Al	LDPE	Nilon	Al	
N-H (stretching)		3295,73			3297,66			3297,66		3300-3250
C=O (stretching)		1633,40			1633,40			1635,33		1820-1600
N-H (bending)		1536,98			1536,98			1536,98		1560-1530
O-Al-OH			1199,50			1199,50			1197,57	1200-1000
Regang C-H Alkil	2865,69			2865,69			2863,76			2962-2853
Regang C=C Alkenil	1633,40			1633,40			1635,33			1680-1600
bending C-H <sub>3</sub> Alkil	1415,49			1415,49			1417,13			1450-1375

Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa kemasan fleksibel maerial komposit LDPE-Nilon-Al yang dihasilkan masih memiliki karakteristik penyusun LDPE, Nilon dan Aluminium. Spektra FTIR menunjukkan bahwa terdapat unsur LDPE pada gugus lentur C-H alkil pada temperatur 160 °C, 170 °C, dan 180 °C panjang gelombang yang diperoleh 2865,69 cm<sup>-1</sup>, 2865,69 cm<sup>-1</sup>, 2863,76 cm<sup>-1</sup>. Gugus regang C=C bilangan gelombang 1633,40 cm<sup>-1</sup> ditunjukan temperatur 160 °C dan 170 °C serta pada temperatur 180 °C bilangan gelombang yang diperoleh 1635,33 cm<sup>-1</sup> dan regang C-H alkil masing-masing pada temperatur 160 °C dan 170 °C pajang gelombang yang diperoleh 1415,49 cm<sup>-1</sup> sedangkan panjang gelombang yang dihasilkan pada temperatur 180 adalah 1417,13 cm<sup>-1</sup>. Unsur Nilon ditunjukan pada gugus N-H *stretching* di pajang gelombang 3295,73 cm<sup>-1</sup> pada temperatur 160 °C dan 3297,66 cm<sup>-1</sup> di temperatur 170 °C serta 180 °C. Gugus C=O *stretching* ditunjukan pada bilangan gelombang 1633,40 cm<sup>-1</sup> pada temperatur 160 °C dan 170 °C serta 1635,33 cm<sup>-1</sup> pada temperatur 180 °C. Gugus N-H *bending* yang ditunjukan pada bilangan gelombang 1536,98 cm<sup>-1</sup> pada temperatur 160 °C, 170 °C dan 180 °C. Unsur Aluminium ditunjukan pada gugus O-Al-OH dengan panjang gelombang 1199,50 cm<sup>-1</sup> pada temperatur 160 °C dan 170 °C serta 1197,57 cm<sup>-1</sup> pada temperatur 180 °C.

Diperkuat pada hasil pengujian FTIR yang ditunjukan pada tabel serapan vibrasi gugus fungsi kemasan fleksibel material komposit LDPE-Nilon-Al menunjukan perubahan bilangan gelombang pada peregang ikatan C-H dari 2865,69 cm<sup>-1</sup> menjadi 2863,76 cm<sup>-1</sup>. Ditinjau dari spektra IR ke 3 sampel, terlihat ada pergeseran bilangan gelombang. Pada sampel 1 hingga sampel 3 puncak bergeser ke kanan, contohnya gugus regang C-H alkil pada variasi temperatur 160 °C, 170 °C dan 180 °C begeser dari 2865,69 cm<sup>-1</sup> menjadi 2863,76 cm-1. Ini menunjukan ikatan semakin tidak stabil, maka semakin murni pula sampel tersebut [10] hal ini merupakan efek dari perbedaan temperatur yang digunakan dalam penelitian ini.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan pengaruh temperatur *sealing* terhadap gugus fungsi dan kuat tarik pada material komposit LDPE-Nilon-Al sebagai fleksibel *packaging* dengan varias temperatur, tekanan dan waktu tetap ( 3 bar dan 1 menit ) maka dapat disimpulkan bahwa Pengaruh temperatur terhadap gugus fungsi pada kemasan fleksibel material komposit (LDPE, Nilon, dan Al) Pada sampel 1 hingga sampel 3 puncak bergeser ke kanan, contohnya gugus regang C-H alkil pada variasi temperatur 160 °C, 170 °C dan 180 °C begeser dari 2865,69 cm<sup>-1</sup> menjadi 2863,76 cm<sup>-1</sup>. Ini menunjukan ikatan semakin tidak stabil. Pengaruh temperatur terhadap kuat tarik pada kemasan fleksibel material komposit (LDPE, Nilon, dan Al), semakin besar temperatur maka kuat tarik yang didapatkan semakin rendah, kuat tarik paling baik didapatkan pada temperatur 160 °C dengan nilai 106 N. Pengaruh temperatur terhadap struktur mikro pada kemasan fleksibel material komposit (LDPE, Nilon, dan Al), semakin besar temperatur maka sturktur mikro yang dihasilkan pada permukaan hasil *sealing* makin kasar dan nilai kandungan unsur *carbon* semakin pada temperatur 180 °C.

#### 4.2. Saran

Penelitian pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas material komposit LDPE-Nilon-Al sebagai fleksibel *packaging*, dengan cara menguji material tersebut dengan metode *Sealing Strength*, *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), dan SEM-EDX untuk menganalisa pengaruh temperature terhadap material tersebut.

Tentu penulis berharap dengan adanya pengembangan penelitian pengujian dengan metode lainya untuk mengetahui kualitas material komposit LDPE-Nilon-Al sebagai fleksibel *packaging*, yaitu dilakukan pengujian sifat thermal dengan teknik analisa DSC (*Diferensial Scanning Calorimetry*) dan dilakukan pengujian struktur kristal dengan teknik XRD (*X-Ray Diffraction*).

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Wagner, J. (2010). *Multilayer flexible packaging*. Elsevier Science.
- [2] Samah, S. D. (2017). KARAKTERISASI PLASTIK BIODEGRADABEL DARI LDPE-g-MA DAN PATI TANDAN KOSONG SAWIT. *EKSAKTA: Berkala Ilmiah Bidang MIPA*, 18(02), 30–38. <https://doi.org/10.24036/eksakta/vol18-iss02/48>.
- [3] Djonaedi, E., Ayu, D., & Handayani, D. (2019). VARIASI TEMPERATUR TERHADAP PERUBAHAN NILAI KEKUATAN SEAL PADA MATERIAL KEMASAN LENTUR MULTI LAYER PET-ALU FOIL-LDPE. *Jurnal Poli-Teknologi*, 18(3), 255–260. <https://doi.org/10.32722/pt.v18i3.2346>.
- [4] Yahya, F. A., Soebiyakto, G., & Ismail, N. R. (2019). *PENGARUH TEMPERATUR DAN TEKANAN TERHADAP DAYA REKAT ALUMINIUM FOIL PADA BAHAN PENGEMAS OBAT*. 6.
- [5] Mesakh, E. P., Napitupulu, M., & Gonggo, S. T. (2017). Pengaruh Alumina Terhadap Membran Blend Kitosan-Polivinil Alkohol- LitiumSebagai Membran Elektrolit Baterai. *Jurnal Akademika Kimia*, 6(2), 72. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2017.v6.i2.9236>
- [6] Yamada, K., Miyata, K., Konishi, R., Okada, K., & Tsujii, T. (2015). Molecular Orientation Effect of Heat-Sealed PP Film on Peel Strength and Structure. *Advances in Materials Physics and Chemistry*, 05(11), 439–446. <https://doi.org/10.4236/ampc.2015.511044>.
- [7] Kristianingrum, S. (n.d.). *HANDOUT SPEKTROSKOPI INFRA MERAH ( Infrared Spectroscopy, IR ) Oleh*: 15.
- [8] Surdia, Tata. MS. Dan Saito, Shinroku. 1995. *Pengetahuan Bahan Teknik. Cetakan ke-3*. PT. Prandnya Paramita, Jakarta.
- [9] Dachriyanus, D. (2017). *ANALISIS STRUKTUR SENYAWA ORGANIK SECARA SPEKTROSKOPI*. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas. <https://doi.org/10.25077/car.3.1>.
- [10] Pavia, D.L., Lampman, G.M., Kriz, G.S., and Vyvyan, J.R., 2009, , 4th Edition, Brooks/Cole Cengage Learning, United State of America. *Introduction to Spectroscopy*.