

BAB 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

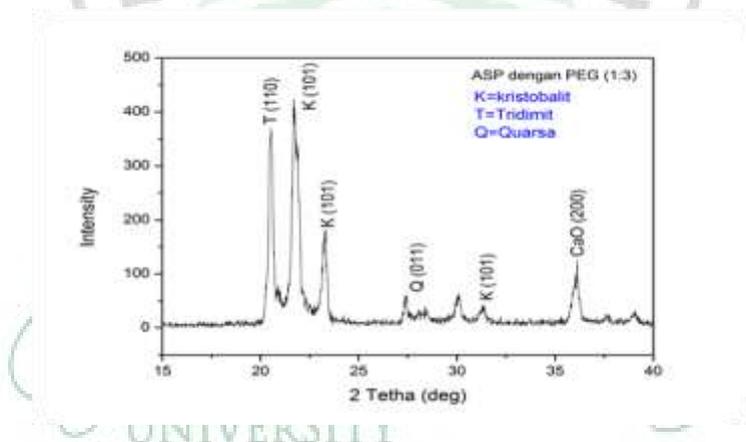
3.1. Hasil Sintesis Nanopartikel Abu Sekam Padi

Nanopartikel Abu Sekam Padi (ASP) yang disintesis dengan menggunakan metode kopresitasi dengan menggunakan Polietilen Glikol (PEG) 6000 sebesar 1:3. Sebelum penambahan PEG 6000 terlebih dahulu dilelehkan pada suhu 45°C. Pencampuran PEG 6000 dan abu sekam padi selama 40 menit dilakukan sebelum penambahan menggunakan larutan basa NaOH, dan proses pengadukan digunakan *magnetic stirrer* selama 40 menit, sehingga menghasilkan endapan yang kemudian dikeringkan 4 jam dalam oven dengan suhu 70 °C dan digerus (*ball mill*) selama 6 jam dengan hasil seperti Gambar 3.1



Gambar 3.1. Serbuk Nanopartikel Abu Sekam Padi dengan PEG 6000 1 : 3

Karakterisasi nanopartikel dengan menggunakan XRD dilakukan untuk mengetahui pola difraksi dan struktur kristalin dari partikel nanopartikel abu sekam padi yang kemudian dipergunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) termoplastik HDPE. Nanopartikel yang dipergunakan adalah hasil sintesis dengan menggunakan PEG 6000 berbanding 1:3. XRD yang dipergunakan adalah Phillips tipe PW1710 dengan panjang gelombang $K_{\alpha} \lambda \text{ Cu} = 1,54060 \text{ \AA} = 0,15406 \text{ nm}$. Sehingga pola difraksi nanopartikel dengan menggunakan XRD, dihasilkan seperti pada Gambar 3.2:



Gambar 3.2. Pola Difraksi XRD Nanopartikel Abu Sekam Padi

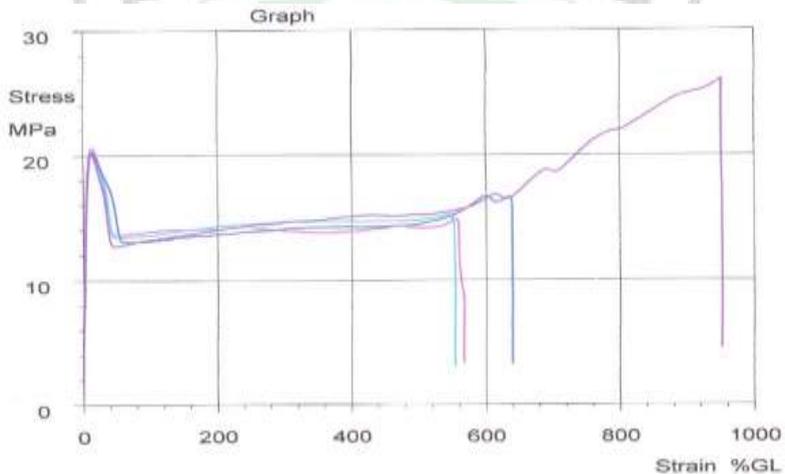
Pada gambar diatas dapat dilihat adanya puncak-puncak tertinggi yaitu pada 2θ : $20,530^\circ$; $21,729^\circ$; $23,282^\circ$; $27,392^\circ$; $30,076^\circ$; $36,100^\circ$. Puncak maksimum terdapat pada sudut $2\theta = 21,729^\circ$ dengan jarak $4,0867\text{\AA}$. Hasil pola difraksi sinar-X abu sekam padi dengan PEG-6000 (1:3) memiliki fasa cristobalit (SiO_2) dengan parameter kisi $a = b \neq c$ dengan nilai $a = b = 4,9930\text{\AA}$ dan $c = 7,0050\text{\AA}$ sistem kristal tetragonal dan memiliki massa jenis $2,28500\text{ g/cm}^3$

Untuk menentukan ukuran partikel abu sekam padi dapat dihitung menggunakan formula debye scherrer dimana. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan abu sekam padi memiliki ukuran partikel $39,85 - 60.45\text{ nm}$ dengan rata-rata 52.22 nm . Dengan ukuran seperti ini partikel abu sekam padi dapat dikatakan sebagai nanopartikel.



3.2. Analisa Sifat Mekanis Nanokomposit *High Density Polyethylene* (HDPE) dengan Nanopartikel ASP dan Kompatibiliser PE-g-MA

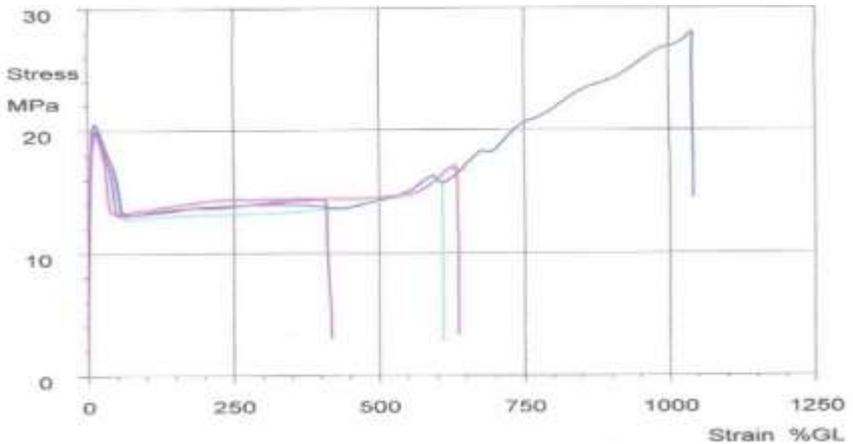
Berdasarkan karakterisasi yang dilakukan dengan mesin uji mekanis diperoleh data kekuatan tarik, regangan putus, tegangan putus, dan modulus Young's seperti diperlihatkan pada Tabel 3.1. Berdasarkan Tabel Hasil Pengujian Mekanis Nanokomposit maka grafik untuk masing-masing uji mekanis dapat ditampilkan pada Gambar 3.3 sampai 3.8 dengan berbagai variasi campuran dari 0 sampai 10 % berat nano partikel ASP.



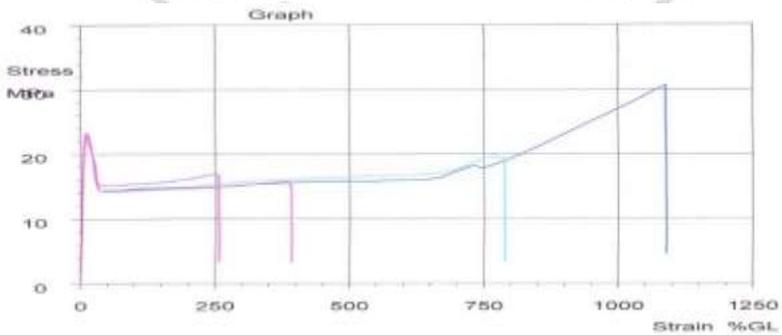
Gambar 3.3. Hubungan Rata-Rata Tegangan Terhadap Regangan pada Komposisi Nanopartikel ASP 0 % Berat

Tabel 3.1. Data Hasil Pengujian Sifat Mekanis Nanokomposit dengan Kompatibiliser PE-g-MA

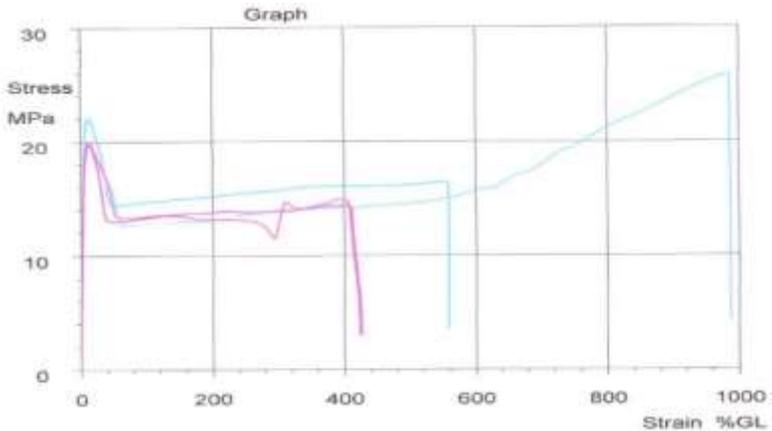
Material Sampel (kode A)	Kekuatan Tarik (MPa)	Modulus Young's (MPa)	Tegangan Yield (MPa)	Tegangan Putus (MPa)	Perpanjangan Putus (% GL)
HDPE 100 (S0)	22.58	423.58	22.58	14.11	346.70
HDPE/PE-g-MA/Nano ASP 2% (S _{1A})	20.60	537.56	20.36	15.35	582.28
HDPE/PE-g-MA/Nano ASP 4% (S _{2A})	19.65	573.83	19.65	15.73	550.89
HDPE/PE-g-MA/Nano ASP 6% (S _{3A})	19.60	599.24	19.60	13.98	395.62
HDPE/PE-g-MA/Nano ASP 8% (S _{4A})	19.35	580.10	19.35	15.51	591.53
HDPE/PE-g-MA/Nano ASP 10% (S _{5A})	19.57	619.76	19.57	14.36	475.75



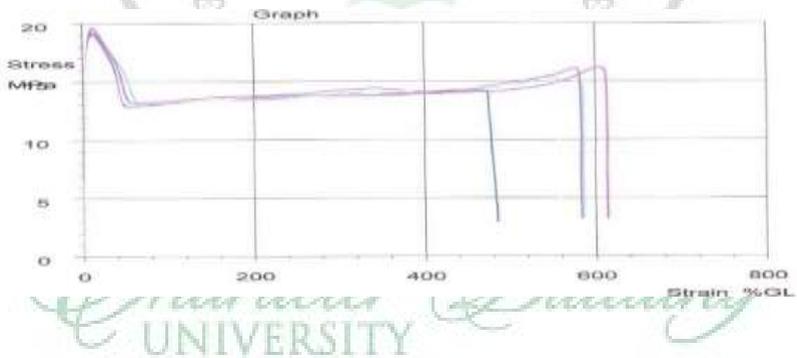
Gambar 3.4. Hubungan Rata-Rata Tegangan Terhadap Regangan pada Komposisi Nanopartikel ASP 2 % Berat



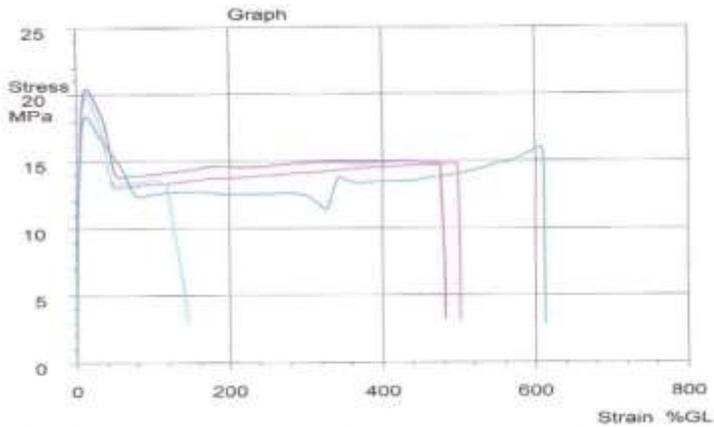
Gambar 3.5. Hubungan Rata-Rata Tegangan Terhadap Regangan pada Komposisi Nanopartikel ASP 4 % Berat



Gambar 3.6. Hubungan Rata-Rata Tegangan Terhadap Regangan padaKomposisi Nanopartikel ASP 6 % Berat



Gambar 3.7. Hubungan Rata-Rata Tegangan Terhadap Regangan pada Komposisi Nanopartikel ASP 8 % Berat

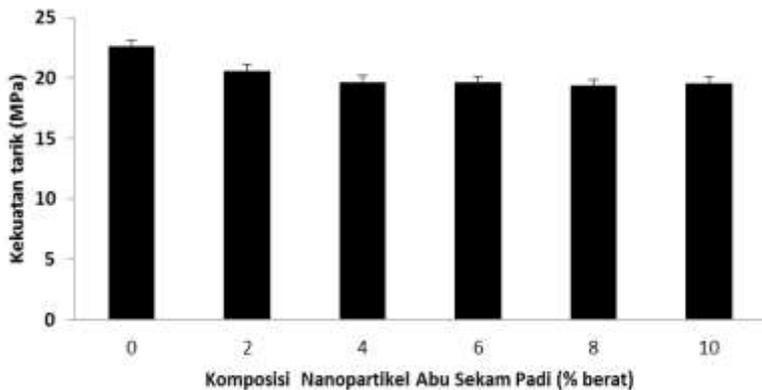


Gambar 3.8. Hubungan Rata-Rata Tegangan Terhadap Regangan pada Komposisi Nanopartikel ASP 10 % Berat

Dari gambar hubungan tegangan dan regangan dapat dilihat bahwa bahan atau spesimen ditarik melebihi batas elastis, dimana bahan atau spesimen tidak dapat kembali ke kondisi semula, atau terdapat perubahan permanen pada bahan. Pada gambar terlihat grafik tidak mengalami kenaikan setelah fase *landing*, hal ini menunjukkan perbedaan dengan grafik uji tarik pada umumnya, dimana setelah batas elastis lalu bahan memasuki deformasi plastis dimana grafiknya seharusnya naik, sedangkan grafik yang diperoleh turun sampai titik putus bahan tersebut.

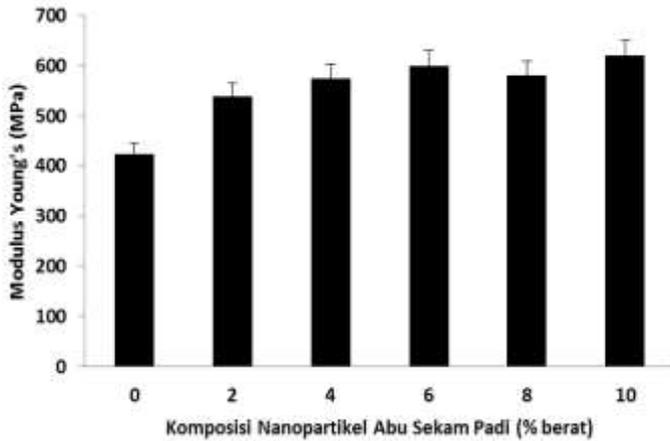
Dari hasil uji tarik, nanokomposit HDPE/ASP dengan menggunakan kompatibiliser PE-g-MA dapat ditampilkan dalam bentuk grafik. Untuk masing-masing kekuatan tarik dengan membandingkan hubungan antara komposisi 0 % berat Nanopartikel ASP sebagai bahan pengisi (*filler*).

1. Kekuatan tarik



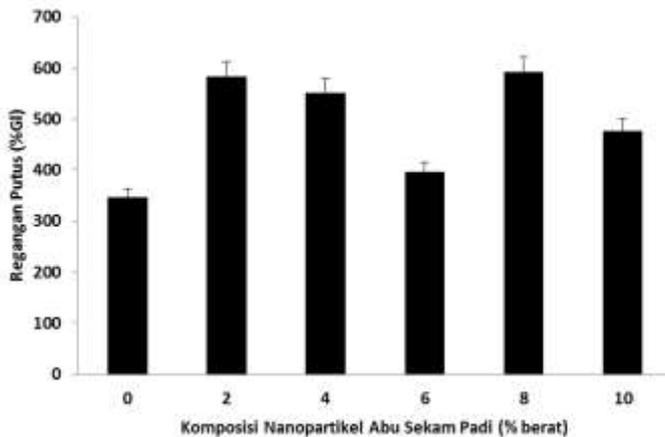
Gambar 3.9. Hubungan Kekuatan Tarik Terhadap Komposisi Nanopartikel ASP

2. Modulus Young's



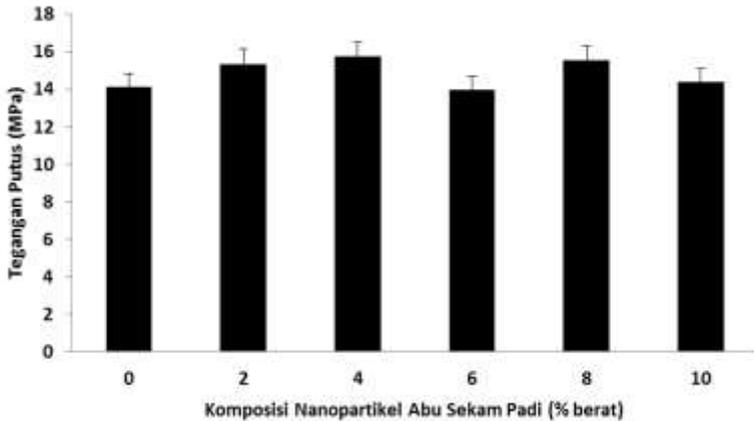
Gambar 3.10. Hubungan Modulus Young's Terhadap Komposisi Nanopartikel ASP

3. Tegangan Putus



Gambar 3.11. Hubungan Tegangan Putus Terhadap Komposisi Nanopartikel ASP

4. Regangan Putus



Gambar 3.12 Hubungan Regangan Putus Terhadap Komposisi Nanopartikel ASP

Dari data sifat mekanis dan Gambar 3.9 sampai 3.12 memperlihatkan sifat mekanis, pada Gambar 3.9 kekuatan tarik untuk masing-masing sampel diperoleh bahwa sampel dengan nilai kekuatan tarik terbesar adalah pada sampel pertama (S_1) sebesar 20.60 MPa dengan komposisi komposisinya (98 %) dan kompatibiliser Pe-g-MA konstan sebanyak 2 % berat. Namun hasil ini masih berada dibawah kekuatan tarik HDPE murni yang memiliki kekuatan tarik sebesar 22.58 MPa. Berdasarkan

penelitian sebelumnya (Ginting,E.M, *et al*, 2014) dimana penelitian ini mengenai pembuatan nanopartikel abu sekam padi tanpa PEG 6000 yang digunakan sebagai pengisi (*filler*) dalam termoplastik HDPE dan hasil analisis sifat mekanisnya, kekuatan tarik meningkat pada komposisi 2 dan 4 % berat, yaitu 27,62 MPa, dan 25,62 MPa.

Hasil penelitian ini diharapkan mampu melampaui kekuatan tarik dari penelitian sebelumnya karena sesuai teori, penambahan abu sekam padi yang telah ditambahkan PEG 6000 dan PE-g-MA sebagai kompatibiliser mampu meningkatkan sifat mekanis karena menghasilkan partikel abu sekam padi yang bulat seragam dan ukurannya kecil yaitu 52,2 nm dan Pe-g-MA diharapkan mampu membuat campuran nanokomposit homogen, tetapi hasil penelitian ini kekuatan tarik menurun dibandingkan penelitian sebelumnya dan HDPE murni. Hal ini disebabkan masih terdapat aglomerasi atau pengumpulan nanopartikel abu sekam padi dapat dilihat pada hasil SEM karena distribusi nanopartikel pada saat dimasukkan dalam *internal mixer* kurang terdistribusi secara merata (homogen). Distribusi partikel sangat berpengaruh terhadap uji tarik suatu material komposit, partikel yang terdistribusi secara homogen meningkatkan interaksi melalui penyerapan polimer di atas permukaan bahan pengisi.

Sebaliknya, partikel yang tidak terdistribusi secara homogen mungkin menghasilkan aglomerat atau penggumpalan di dalam matriks polimer. Hal ini yang melemahkan interaksi atau ikatan yang antara filler dan matriks dan mengakibatkan penurunan sifat mekanis bahan polimer. (Chand, N., 2008). Dan juga ikatan yang lemah antara matriks HDPE dan *filler* abu sekam padi disebabkan karena adanya celah atau pori seiring penambahan *filler* abu sekam padi dapat dilihat dari hasil SEM , pada saat penarikan spesimen, spesimen lebih cepat putus karena ikatan antara matriks dan filler tidak kuat.

Paduan Polimer tidak tercampur (*immiscible blend*) mempunyai tarikan fisik antara komponen lemah pada batas fasa, sehingga dapat menyebabkan pemisahan fasa pada kondisi tertentu dan menyebabkan sifat mekanik campuran menjadi kurang baik, hal ini seiring penambahan nanopartikel abu sekam padi atau silika mengakibatkan terjadinya penurunan kekuatan tarik , hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Kord,*et al*, 2011).

Sedangkan untuk modulus Young's terjadi peningkatan dengan bertambahnya nanopartikel abu sekam padi dan yang terbesar adalah sampel yang ke lima (S₅) dengan komposisi kompositnya adalah (10%) berat dengan Modulus Young sebesar 619.76 MPa dan melampaui nilai Modulus Young's HDPE murni

sebesar 423.58 MPa, dan juga melampaui Modulus Young's dari penelitian sebelumnya (Ginting, E.M dkk. 2014) dimana modulus Young's tertinggi adalah 547,80 MPa. Peningkatan modulus Young's disebabkan karena abu sekam padi memiliki sifat kekakuan yang tinggi dengan kandungan silika yang lebih murni sehingga peningkatan Modulus Young's meningkat seiring penambahan komposisi abu sekam padi

Begitu juga hasil untuk tegangan putus, dimana sampel dengan tegangan putus terbesar adalah sampel S2 komposisi nanokomposit (94 % HDPE dan 4% Nano ASP) dan PE-g-MA sebagai kompatibiliser tetap sebanyak 2 %. Adapun nilai tegangan putusnya sebesar 15.73MPa melampaui nilai tegangan putus HDPE murni yakni sebesar 14.11 MPa dan untuk regangan putus sampel ke empat S4 memperoleh nilai regangan putus terbesar yakni 591.53 % GL dan juga melampaui nilai regangan putus HDPE murni yakni sebesar 346.70 % GL. Inilah yang menjadi keunggulan dari penambahan nanosilika yang bersifat kaku yang akan meningkatkan kekakuan dari plastik komposit itu sendiri.

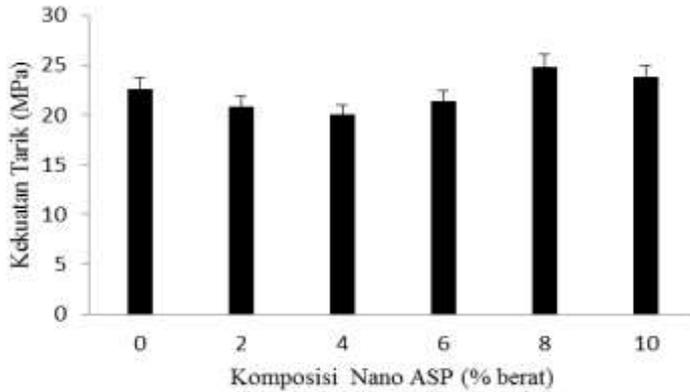
Berdasarkan hasil pengujian mekanis (kekuatan tarik, modulus Young's, regangan putus dan tegangan putus) diketahui bahwa adanya peningkatan sifat mekanis nanokomposit HDPE dengan *filler* abu sekam padi, pertambahan nilai sifat mekanis

yang meliputi modulus Young's, tegangan putus dan regangan putus sedangkan terjadi penurunan kekuatan tarik dibandingkan dengan HDPE murni.

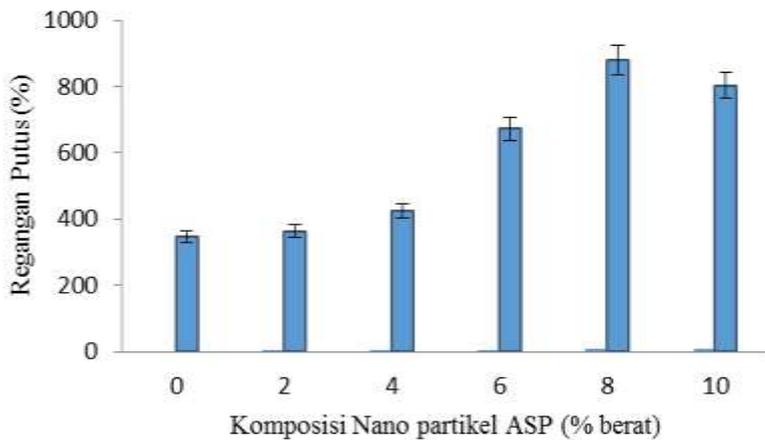
3.3 .Analisa sifat Mekanis Nanokomposit *High Density Polyethylene* (HDPE) denNanopartikel ASP tanpa Kompatibeliser PE-g-MA

Tabel 3.2. Data Hasil Pengujian Sifat Mekanis Nanokomposit Tanpa kompatibeliser PE-g-MA

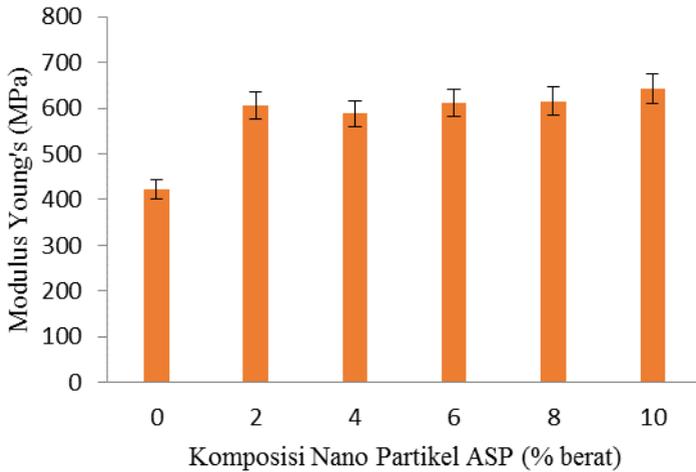
Material Sampel (kode B)	Kekuatan Tarik (MPa)	Modulus Young's (MPa)	Tegangan Yield (MPa)	Tegangan Putus (MPa)	Perpanjangan Putus (% GL)
HDPE 100 (S ₀)	22.58	423.58	22.58	14.11	346.70
HDPE/Nano ASP 2% (S _{1B})	20.81	605.76	20.80	14.13	363.83
HDPE/Nano ASP 4% (S _{2B})	20.03	587.53	20.02	14.04	425.37
HDPE/Nano ASP 6% (S _{3B})	21.35	611.53	19.74	19.65	671.88
HDPE/Nano ASP 8%(S _{4B})	24.79	614.54	18.95	24.66	879.28
HDPE/Nano ASP 10% (S _{5B})	23.79	642.58	19.23	22.32	803.70



Gambar 3.13 .Hubungan kekuatan Tarik terhadap Komposisi Nano Partikel ASP



Gambar 3.14 .Hubungan Regangan Terhadap Komposisi Nano Partikel ASP



Gambar 3.15 .Hubungan Modulus Young's Terhadap Komposisi Nano Partikel ASP

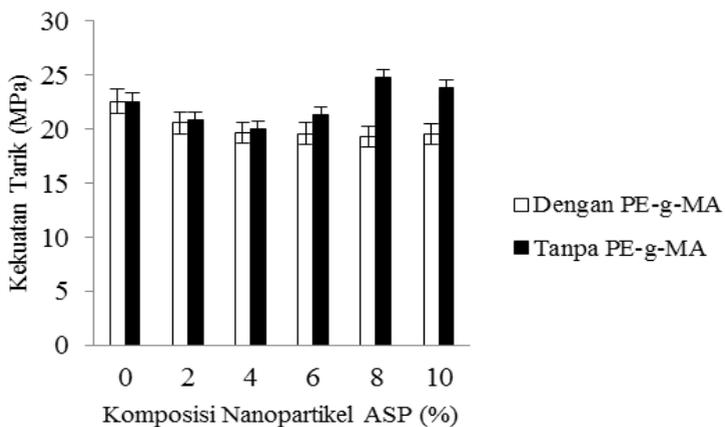
Tabel 3.1 dan Gambar 3.13 sampai 3.5 menunjukkan hasil sifat mekanis nano komposit dengan menggunakan kompatibeliser PE-g-MA dimana Gambar 3.13 menunjukkan kekuatan tarik untuk masing-masing variasi komposisi nano partikel ASP diperoleh bahwa sampel dengan nilai kekuatan tarik terbesar adalah pada sampel dengan komposisi 8 % berat ASP sebesar 24.79 MPa, meningkatkan sifat kekuatan tarik nanokomposit disebabkan adanya peningkatan proses pelekatan yang baik antara matrik dengan bahan pengisi yang dapat dilihat dari berkurangnya

celah yang timbul dan ukuran partikel yang kecil. dan terjadinya interkalasi antara HDPE dengan nano ASP Sedangkan untuk regangan putus pada Tabel 3.1 dan Gambar 3.14 terlihat nilai terbesar adalah komposisi nanopartikel pengisi 8% berat yakni dengan perpanjangan putus sebesar 879,28 %. Peningkatan kekuatan ini disebabkan adanya interaksi antara nanokomposit ASP dengan matrik HDPE dikarenakan ukuran partikel yang kecil membuat campuran menjadi homogen dapat meningkatkan kekuatan tarik ,hal ini sesuai dengan penelitian (D.Zhang, *et al* ,2013) , (Leblance ,J.R ,2002)

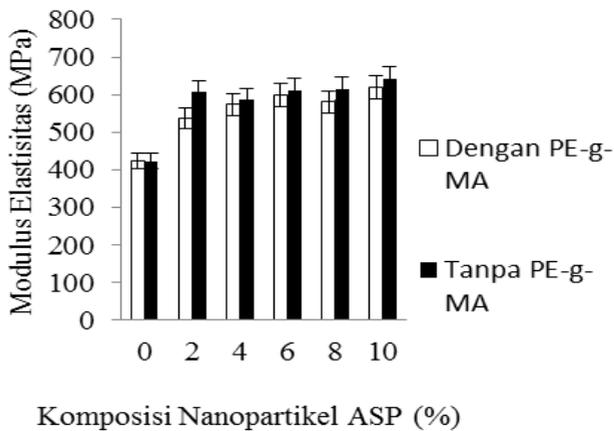
Demikian juga untuk modulus Young's pada Gambar 3.15 terlihat bahwa dengan penambahan nano partikel ASP modulus Young's meningkat ,hal ini dikarenakan adanya interaksi dan interkalasi antara HDPE dengan nano partikel ASP yang tersebar secara individu memiliki luas kontak permukaan yang besar sehingga dapat berikatan kuat dengan matrik HDPE.

Analisis sifat mekanis

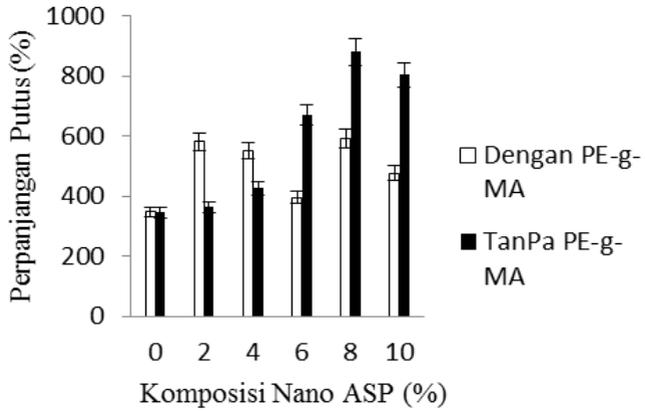
Gambar 3.16 sampai 3.19 menunjukkan sifat mekanis nano komposit dengan kompatibeliser PE-g-MA dan tanpa kompatibeliser .



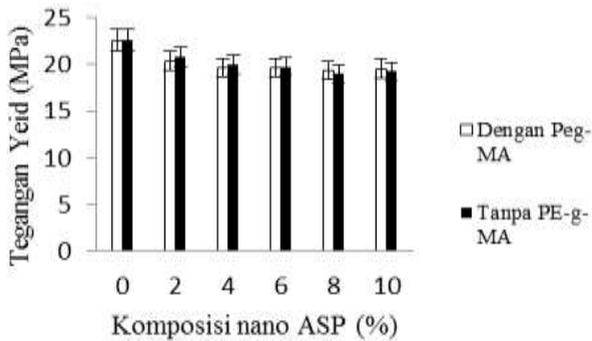
Gambar 3.16 Hubungan Kekuatan tarik terhadap komposisi Nano ASP



Gambar 3.17 Hubungan Modulus elastisitas terhadap komposisi Nano ASP



Gambar 3.18. Hubungan Perpanjangan putus terhadap Komposisi Nano ASP



Gambar 3.19. Hubungan Tegangan Yeild terhadap Komposisi Nano ASP

Dari data sifat mekanis pada kekuatan tarik pada Gambar 3.16 untuk masing-masing sampel diperoleh bahwa sampel dengan nilai kekuatan tarik terbesar pada komposisi 8 % nano ASP tanpa kompatibiliser PE-g-MA sedangkan modulus elastitas meningkat dengan penambahan filler nano ASP baik tanpa kompatibiliser maupun dengan kompatibiliser.

Distribusi partikel sangat berpengaruh terhadap uji tarik suatu material komposit, partikel yang terdistribusi secara homogen meningkatkan interaksi melalui penyerapan polimer di atas permukaan bahan pengisi. Sebaliknya, partikel yang tidak terdistribusi secara homogen mungkin menghasilkan aglomerat atau penggumpalan di dalam matriks polimer. Hal ini yang melemahkan interaksi atau ikatan yang antara filler dan matriks dan mengakibatkan penurunan sifat mekanis bahan polimer. (Chand, N ,*et al* ,2008) dan juga ikatan yang lemah antara matriks HDPE dan *filler* ASP disebabkan karena adanya celah atau pori seiring penambahan *filler*

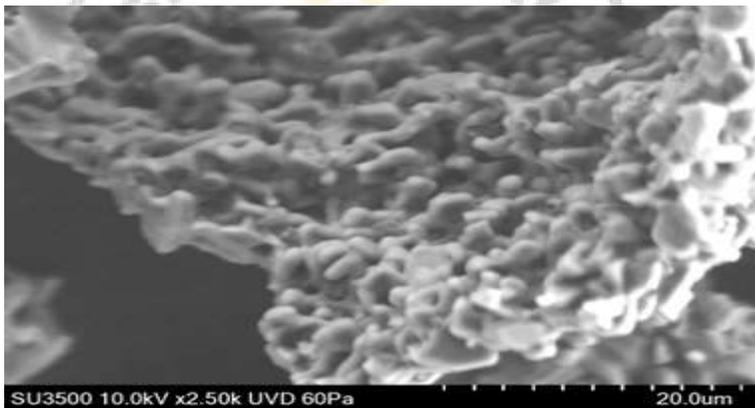
Paduan Polimer tidak tercampur (*immiscible blend*) mempunyai tarikan fisik antara komponen lemah pada batas fasa, sehingga dapat menyebabkan pemisahan fasa pada kondisi tertentu dan menyebabkan sifat mekanik campuran menjadi

kurang baik, hal ini seiring penambahan nanopartikel ASP atau silika mengakibatkan terjadinya penurunan kekuatan tarik, hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Kord, *et al*, 2011). Sedangkan untuk modulus Young's pada Gambar 5.18 terjadi peningkatan dengan bertambahnya nanopartikel melampaui nilai Modulus Young's HDPE murni sebesar 423,58 MPa, dan juga melampaui Modulus Young's dari penelitian sebelumnya (Ginting, E. M., *et al*. 2014) dimana modulus Young's tertinggi adalah 547,80 MPa.

Peningkatan modulus Young's disebabkan karena ASP memiliki sifat kekakuan yang tinggi dengan kandungan silika yang lebih murni sehingga peningkatan Modulus Young's meningkat seiring penambahan komposisi ASP. Berdasarkan hasil pengujian mekanis (perpanjangan putus) yang diperlihatkan pada Gambar 5.18 diketahui bahwa adanya peningkatan sifat mekanis nanokomposit HDPE dengan filler ASP baik dengan kompatibiliser dan tanpa kompatibiliser, pertambahan nilai sifat mekanis yang meliputi modulus Young's, tegangan putus dan regangan putus dibandingkan dengan HDPE murni. Peningkatan kekuatan tarik disebabkan karena adanya peningkatan ikatan kovalen dan ikatan hidrogen dengan Group OH dan oksigen dari dari group karboksil masing-masing menambah ikatan antara filler (bahan pengisi) dengan matrik hal ini sesuai dengan penelitian

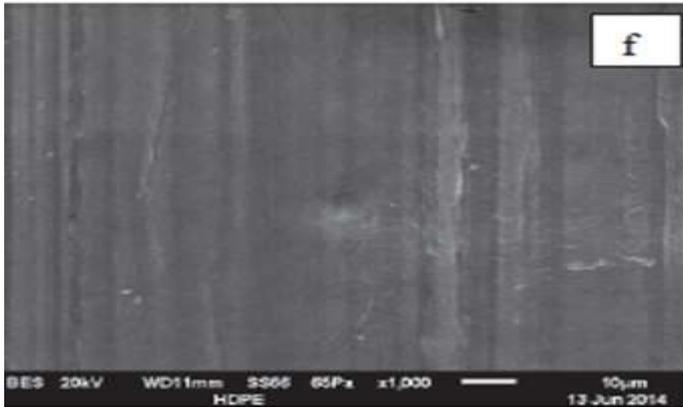
(Bhat, A.H ,*et al* ,2011). Demikian juga halnya semakin kecil ukuran dari partikel pengisi maka luas permukaan akan semakin besar dan daya interaksi/adhesi antara kedua bahan akan semakin besar pula sehingga sifat-sifat mekanik akan semakin bagus .

3.4 Analisis Morfologi Campuran HDPE /PE-g-MA/Nanopartikel ASP

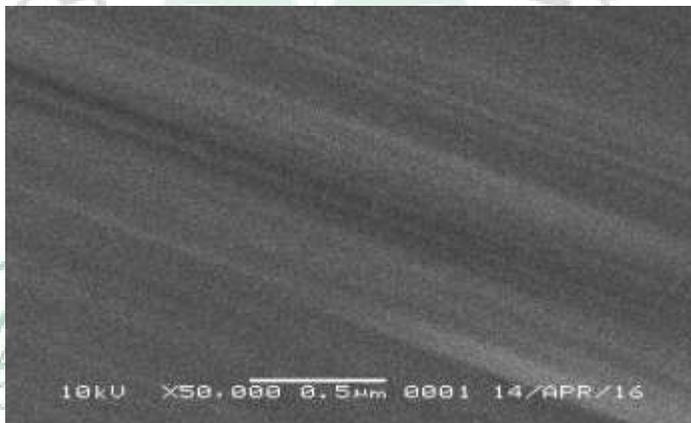


Gambar 3.20. Morfologi Nanopartikel ASP 1:3 dengan PEG – 6000

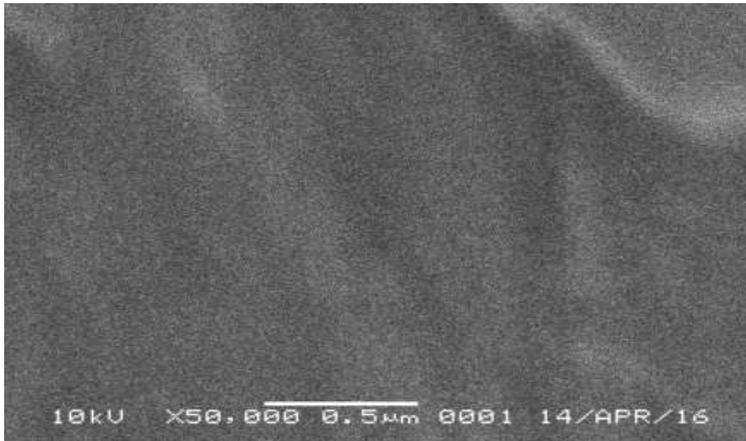
THE
Character Building
UNIVERSITY



Gambar 3.21. Morfologi Termoplastik HDPE



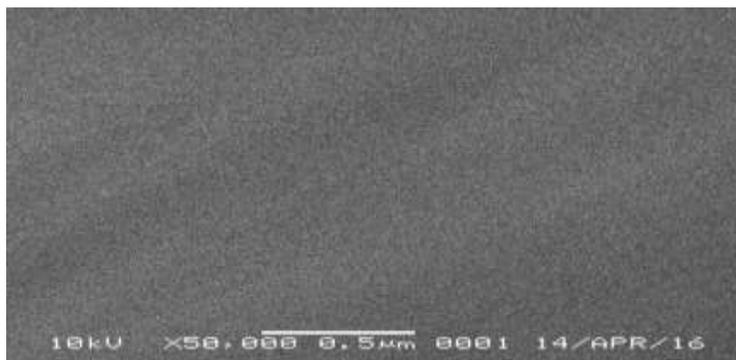
Gambar 3.22. Morfologi Campuran HDPE /
PE-g-MA/Nanopartikel ASP 2 % berat



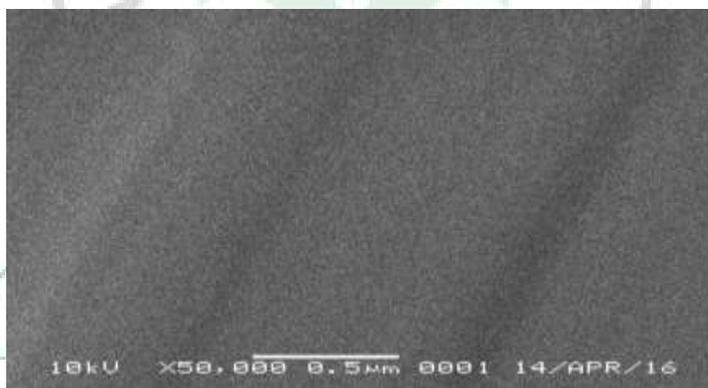
Gambar 3.23. . Morfologi Campuran HDPE / PE-g- MA/Nanopartikel ASP 8 % berat

Gambar 3.22 dan 3.23 menunjukkan campuran nano ASP dengan HDPE masing – masing pada komposisi 2 dan 8 % berat nano ASP dengan kompatibeliser PE-g-MA , dari gambar terlihat kedua campuran homogen sehingga menambah kekuatan tarik dan perpanjangan putus nano komposit termoplastik . sedangkan Gambar 3.30 menunjukkan morfologi nano abu sekam padi , sedangkan Gambar 3.1 morfologi. termoplastik HDPE murni

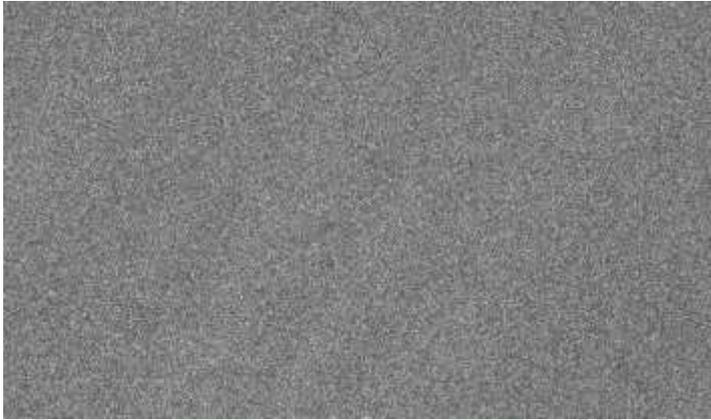
3.5 Analisis Morfologi Campuran HDPE /Nanopartikel ASP



Gambar 3.24. Morfologi Campuran HDPE /Nano partikel ASP
2% berat



Gambar 3.25. Morfologi Campuran HDPE /Nano partikel ASP
4% berat



Gambar 3.26. Morfologi Campuran HDPE /Nano partikel ASP
6% berat



Gambar 3.27. Morfologi Campuran HDPE /Nano partikel ASP
8% berat

Gambar 3.24 sampai 3.27 menunjukkan morfologi campuran termoplastik HDPE dengan nano partikel abu sekam padi tanpa menggunakan kompatibiliser dan Gambar 3.23. memperlihatkan morfologi nanokomposit campuran termoplastik HDPE dengan kompatibiliser PE-g-MA dengan filler nanopartikel abu sekam padi dengan komposisi dari 0 % berat , 2 % berat dan 8 % berat , Dimana dari Gambar 3.22. yaitu komposisi 2 % berat terlihat campuran yang lebih homogen hal ini menunjukkan bahwa nanokomposit terdistribusi lebih merata dan lebih sedikit pori dibanding komposisi 8 % berat , dan komposisi 8 % berat terlihat terjadi penggumpalan dan permukaan yang tidak halus dan adanya pori, dari analisis mekanis hal ini menyebabkan kekuatan tarik terjadi penurunan,

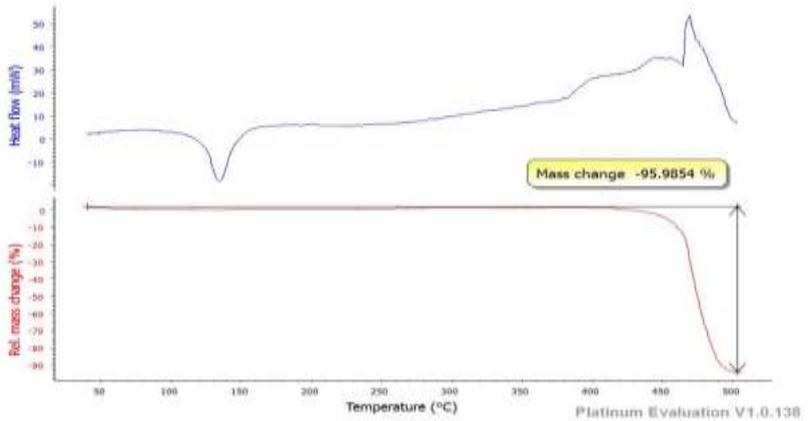
Namun pada komposisi 2 % berat adalah kekuatan tarik yang terbaik diantara kelima sampel masih berada dibawah kekuatan tarik HDPE murni (komposisi 0 % berat), dilihat dari morfologi sampel 2 % berat terlihat lebih mendekati morfologi HDPE murni, hal ini disebabkan adanya ikatan yang lebih baik antara matrik dengan *filler* dibanding komposisi yang lainnya, hal ini dapat dilihat berkurangnya celah atau pori yang timbul dan

ukuran partikel yang kecil sehingga dapat menghasilkan interaksi yang lebih baik antara matriks dan bahan pengisi dibanding komposisi yang lainnya (Chand, N., 2008).

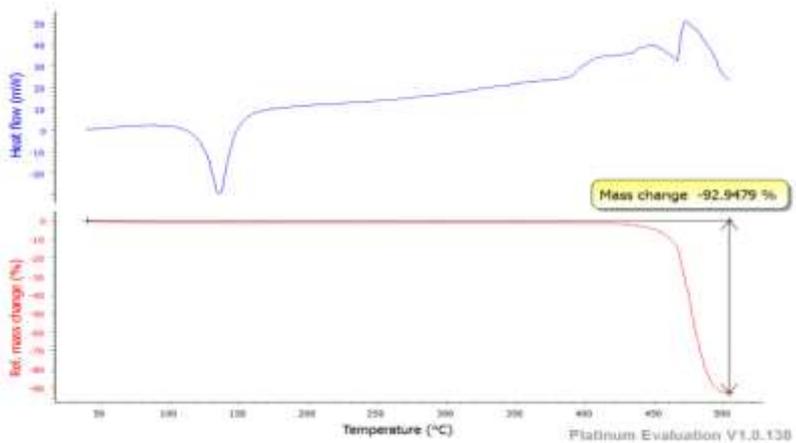
Pada komposisi 8 % berat terjadi penggumpalan, dari hasil analisis mekanis mengakibatkan kekuatan tarik terjadi penurunan, hal ini seiring penambahan nanopartikel abu sekam padi atau silika mengakibatkan terjadinya penurunan kekuatan tarik, hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Kord,*et al*, 2011).



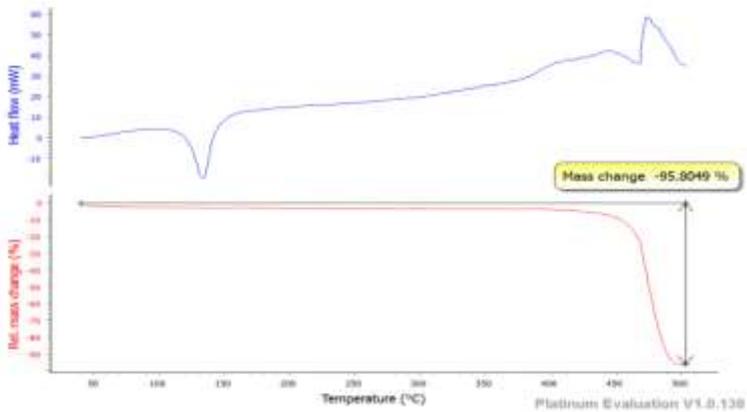
3.6. Analisa Termal Nanokomposit HDPE/Abu Sekam Padi (ASP) /PE-g-MA



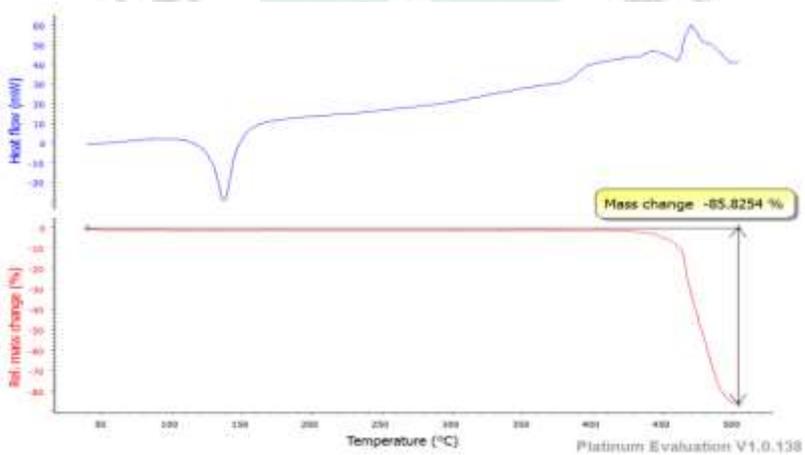
Gambar 3.28 .Temogram TGA dan DTA HDPE Murni



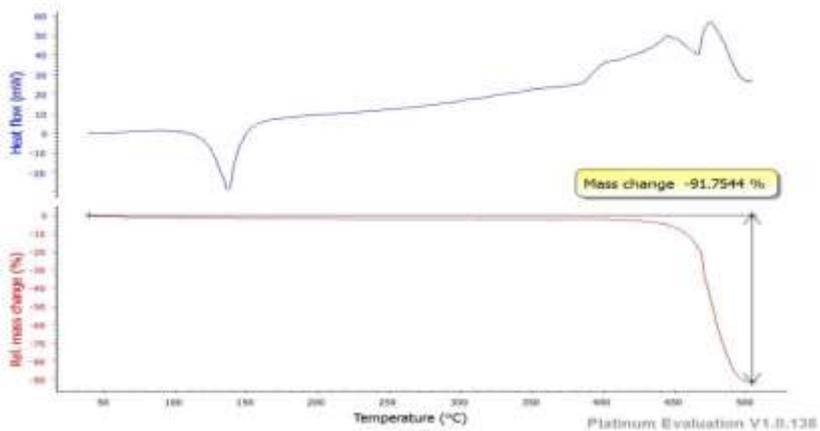
Gambar 3.29. Temogram TGA dan DTA Campuran HDPE/PE-g-MA/ASP 2% berat



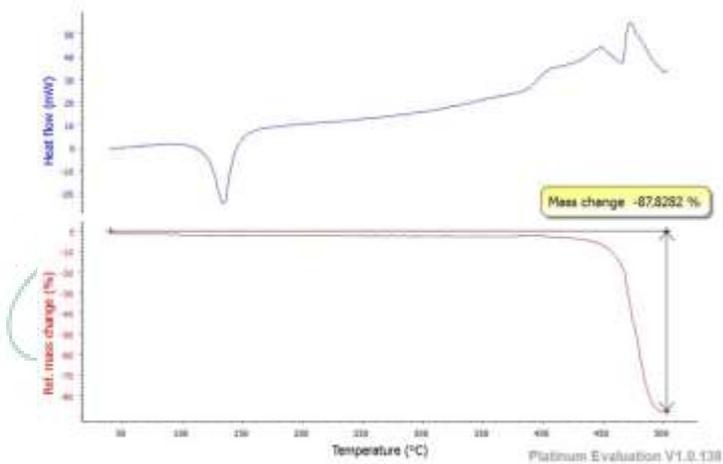
Gambar 3.30. Temogram TGA dan DTA Campuran HDPE/PE-g-MA/ASP 4% berat



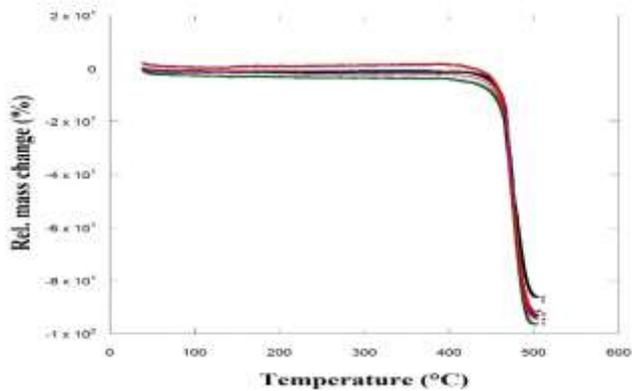
Gambar 3.31. Temogram TGA dan DTA Campuran HDPE/PE-g-MA/ASP 6% berat



Gambar .3.32. Temogram TGA dan DTA Campuran HDPE/PE-g-MA/ASP 8% berat



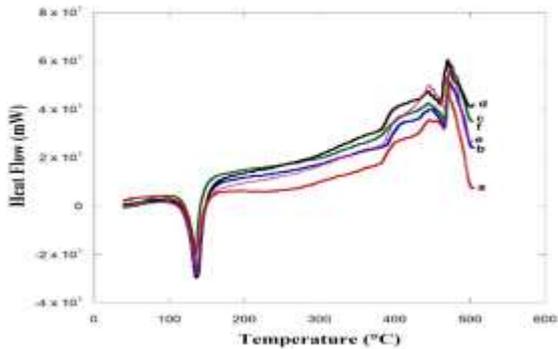
Gambar 3.33. Temogram TGA dan DTA Campuran HDPE/PE-g-MA/ASP 10% berat



Gambar 3.34. Temogram TGA Campuran HDPE/PE-g-MA/ASP (0 sampai 10)% berat

Dari Gambar 3.29 sampai 3.33 menunjukkan hasil termogram TGA dan DTA nano komposit campuran termoplastik HDPE dena nano ASP dengan variasi campuran dari 0 sampai 10 % berat dengan menggunakan kompatibiliser PE-g-MA terlihat dengan semakin meningkatnya komposisi penambahan ASP pada maka ada perubahan massa semakin kecil , hal ini disebabkan karena semakin banyaknya kandungan nano ASP maka proses dekomposisi semakin besar , sehingga stabilitas termal semakin

baik (Bukit .N , 2012), sedangkan suhu dekomposisi terjadi pada 500 °C , dapat dilihat pada Tabel 3.3 .

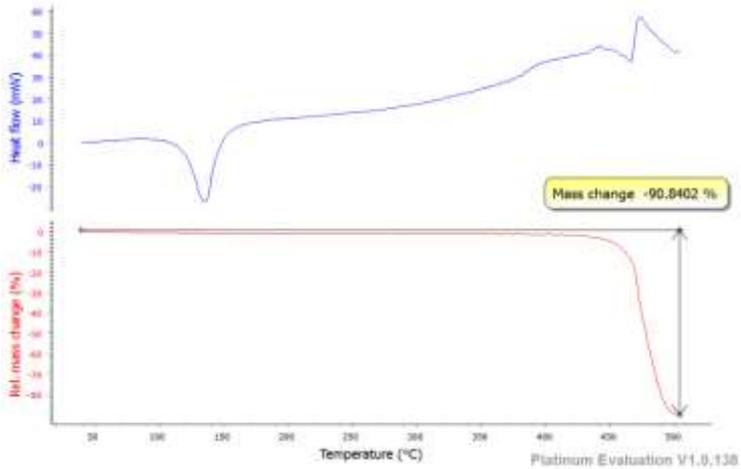


Gambar 3.35. Temogram DTA Campuran HDPE/PE-g-MA/ASP (0 sampai 10)% berat

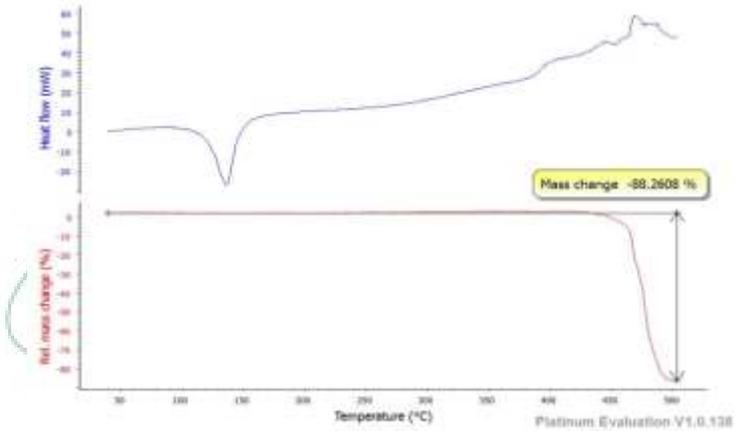
Tabel 3.3 Analisis TGA Nano Komposit Abu Sekam padi Dengan PE-g-MA

Bahan Komposit	Suhu Decomposisi (oC)	Perubahan massa (%)	Filler (%)
HDPE Murni	500	-95,98	0
HDPE /nano ASP2%	500	-92,94	1,28
HDPE /nano ASP 4%	500	-95,90	3,31
HDPE / nano ASP 6%	500	-85,82	5,29
HDPE / nano ASP 8%	500	-91,75	7,07
HDPE / nano ASP10%	500	-87,82	8,61

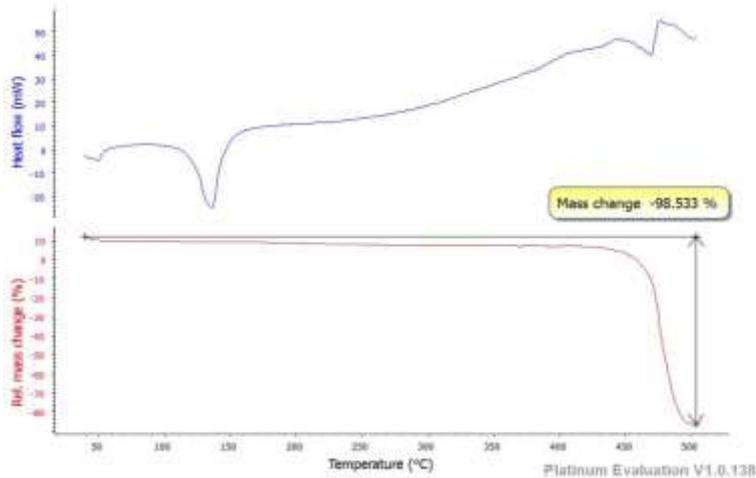
3.7 Analisis Termal Nanokomposit HDPE/Abu Sekam Padi



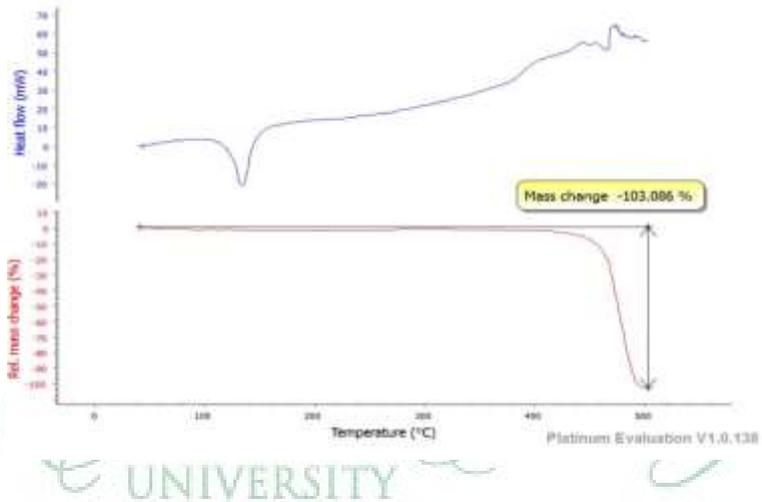
Gambar 3.36. Temogram TGA dan DTA Campuran HDPE/ASP 2 % berat



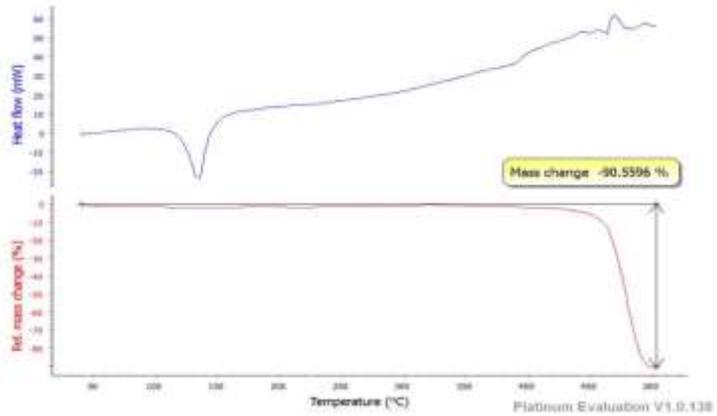
Gambar 3.37. Temogram TGA dan DTA Campuran HDPE/ASP 4 % berat



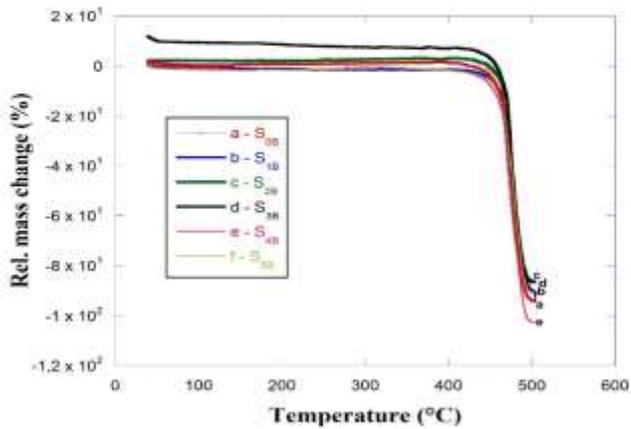
Gambar.3.38. Temogram TGA dan DTA Campuran HDPE/ASP 6 % berat



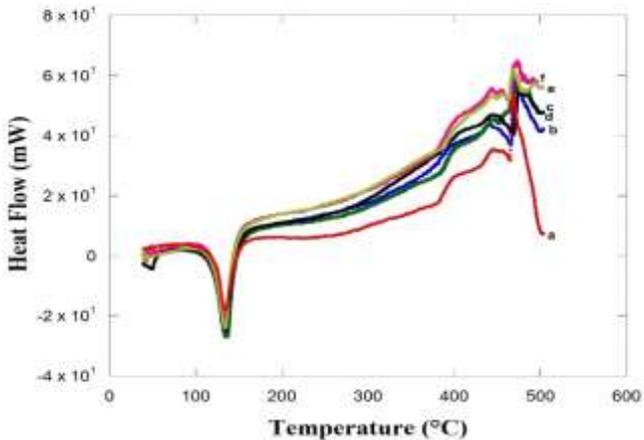
Gambar.3.39 Temogram TGA dan DTA Campuran HDPE/ASP 8 % berat



Gambar.3.40. Temogram TGA dan DTA Campuran HDPE/ASP 10 % berat



Gambar .3.41. Temogram TGA Campuran HDPE/ASP (0 sampai 10) % berat



Gambar 3.42. Temogram DTA Campuran HDPE/ASP (0 sampai 10) % berat

Gambar 3.36 sampai 3.40 memperlihatkan termogram TGA dan DTA campuran termoplastik HDPE dan nano ASP dari 2 sampai 10 % berat , dan Tabel 3.4 menunjukkan perubahan massa dan suhu dekomposisi .



Tabel 3.4 Analisis TGA Nano Komposit Abu Sekam padi tanpa PE-g-MA

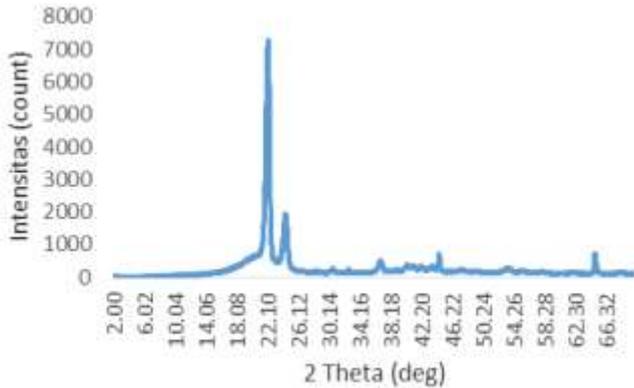
Bahan Komposit	Suhu Decomposisi (oC)	Perubahan massa (%)	Filler (%)
HDPE Murni	500	-95,98	0
HDPE /nano ASP2%	500	-90,86	1,28
HDPE /nano ASP 4%	500	-88,26	3,31
HDPE / nano ASP 6%	500	-98,53	5,29
HDPE / nano ASP 8%	500	-103,08	7,07
HDPE / nano ASP10%	500	-90,55	8,61

Dari Gambar 3.41 dan 3.42 masing masing hasil TGA dan DTA untuk nano komposit HDPE/ nano ASP dan tanpa kompatibeliser terlihat dengan semakin meningkatnya komposisi penambahan ASP pada suhu dekomposisi 500 °C perubahan massa semakin kecil , hal ini disebabkan karena semakin banyaknya kandungan nano ASP maka proses dekomposisi semakin besar , sehingga stabilitas termal semakin baik (Bukit .N , 2012) . Stabilitas panas pada umumnya merupakan fungsi dari energi ikatan ketika suhu naik ke titik dimana energi getar

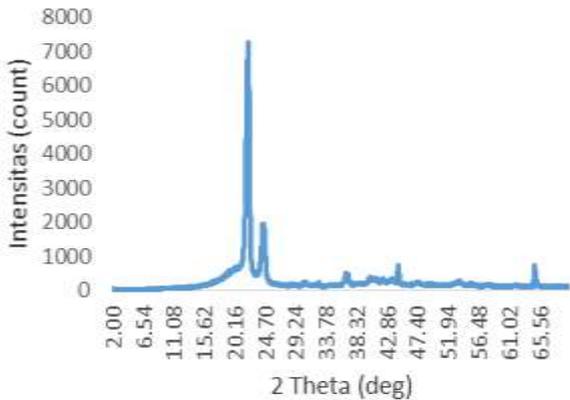
menimbulkan putusya ikatan ,maka polimer yang bersangkutan terurai . demikian juga halnya untuk nano komposit ASP tanpa kompatibiliser . Agar suatu polimer layak dianggap stabil panas atau tahan panas , maka polimer tersebut musti tidak terurai dibawah suhu 400 °C dan mesti mempertahankan sifatnya pada suhu dekat suhu dekomposisi , dimana dari analisis TGA terlihat suhu dekomposisi pada 500 °C. Sehingga dapat disimpulkan nano komposit HDPE dengan bahan pengisi nano ASP memiliki sifat termal yang baik .



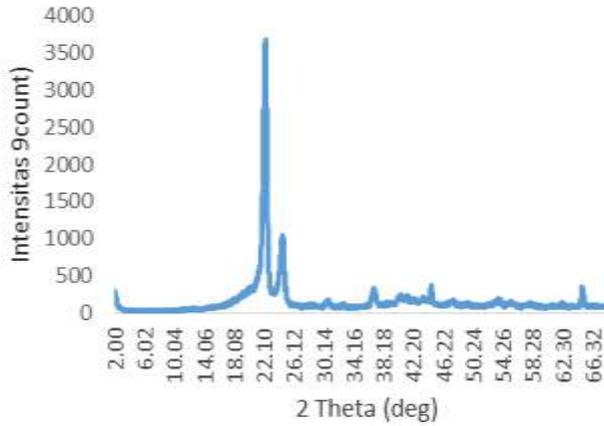
3.8. Analisa Struktur Nanokomposit HDPE/Abu Sekam Padi/PE-g-MA



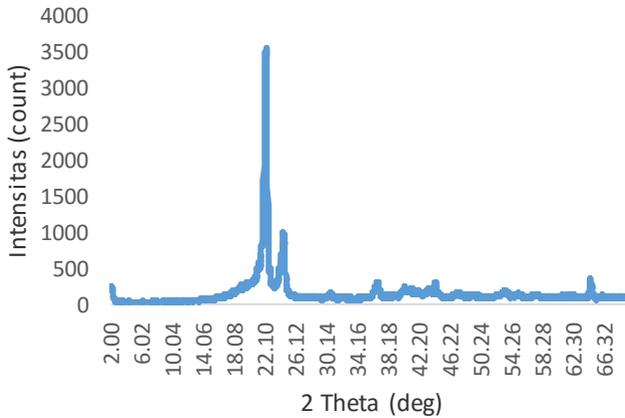
Gambar.3.43. Pola Difraksi HDPE Murni



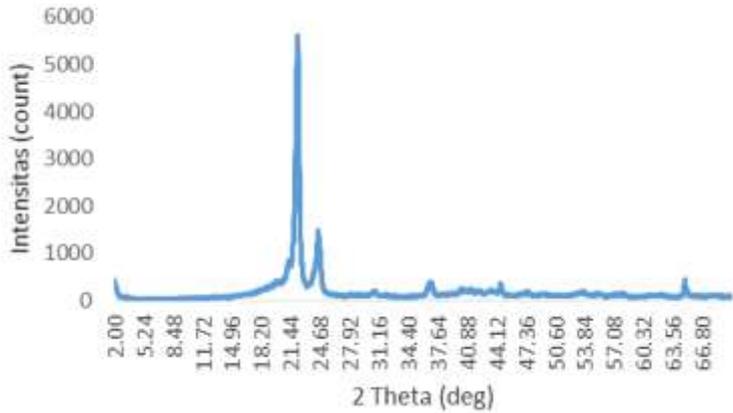
Gambar .3.44. Pola Difraksi Nanokomposit HDPE/PE-g-MA/ASP 2 % berat



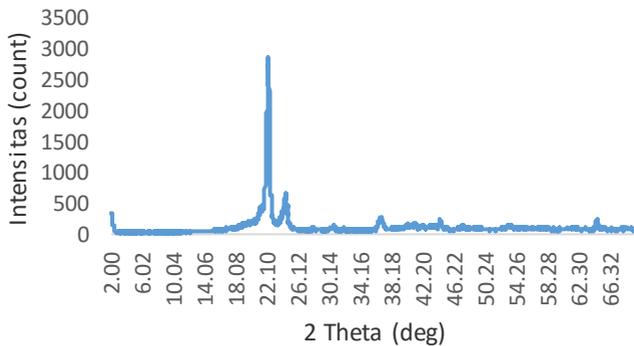
Gambar 3.45. Pola Difraksi Nanokomposit HDPE/
PE-g-MA/ASP 4 % berat



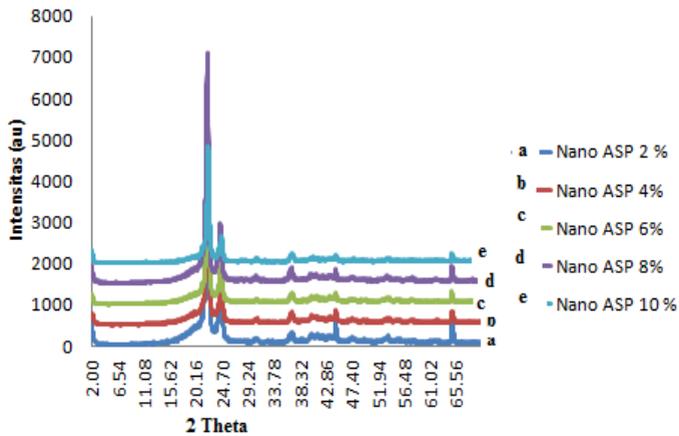
Gambar 3.46. Pola Difraksi Nanokomposit HDPE/
PE-g-MA/ASP 6 % berat



Gambar 3.47. Pola Difraksi Nanokomposit HDPE/
PE-g-MA/ASP 8% berat



Gambar 3.48. Pola Difraksi Nanokomposit HDPE/
PE-g-MA/ASP 10 % berat

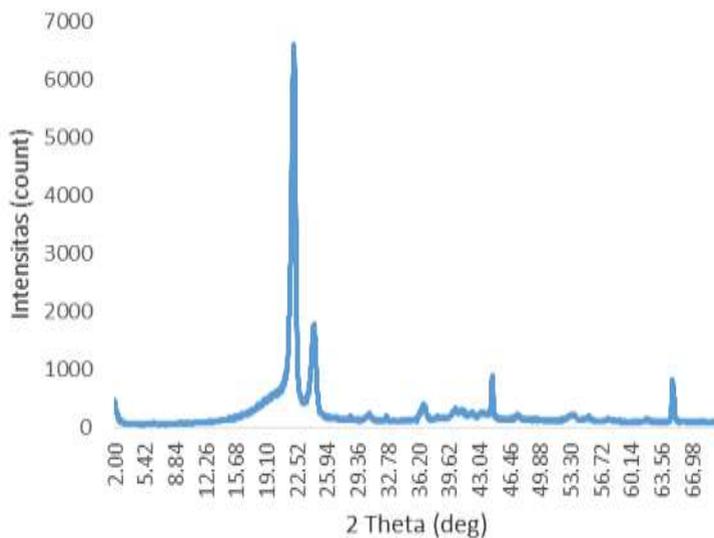


Gambar 3.49 Pola Difraksi Campuran ASP dan HDPE Dengan PE-g-MA

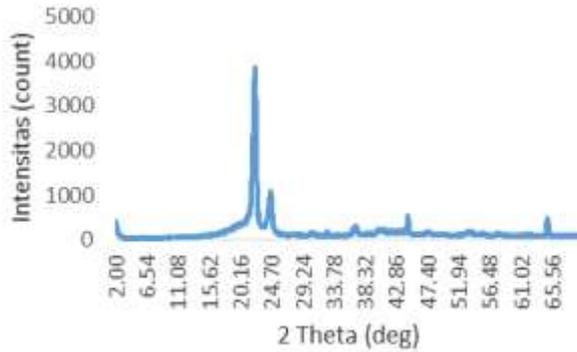
Dari analisis pola difraksi yang dihasilkan sinar X terlihat pola Campuran HDPE/ASP/ PE-g-MA di tunjukan pada Gambar 3.44 dan 3.48 untuk 2 sampai 10 % berat nano ASP secara umum pola difraksi hampir sama dengan pola HDPE murni pada Gambar 3.43 namun dengan penambahan nano ASP intensitas dan jarak antara kisi difraksi bragg terlihat ada pergeseran puncak hal ini menandakan terjadinya interkalasi antara HDPE dengan ASP, dengan kompatibiliser . Penambahan komposisi nano abu sekam padi dapat mengurangi dispersibility abu sekam padi yang bisa dikaitkan dengan interaksi pengisi dari abu sekam padi

yang tinggi menghasilkan aglomerat (penggumpalan) , sehingga interkalasi dari matrik HDPE yang meleleh menjadi interlayer abu sekam padi menjadi lebih sulit demikian juga halnya dengan penelitian (Ma, *et al*,2001).

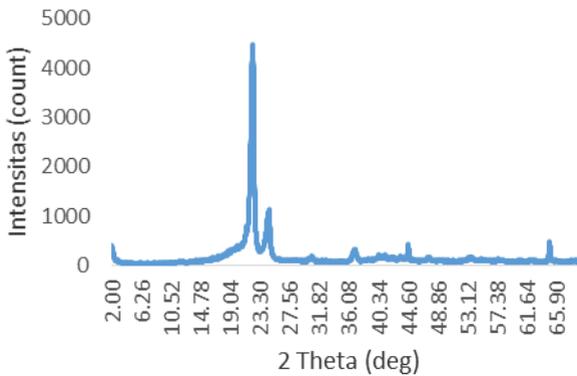
3.9 Analisa Struktur Nanokomposit HDPE/Abu Sekam Padi



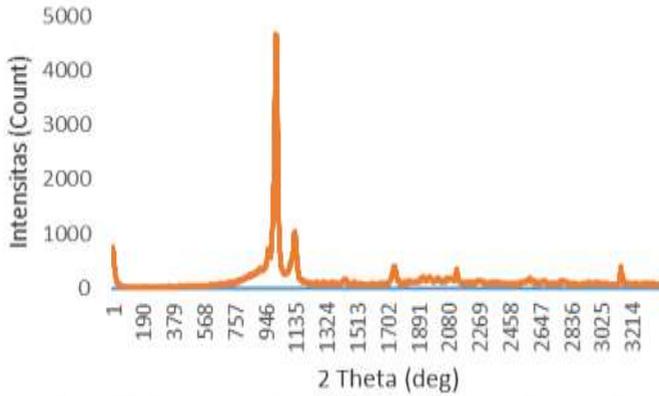
Gambar.3.50 Pola Difraksi Campuran HDPE/Abu Sekam Padi 2% berat



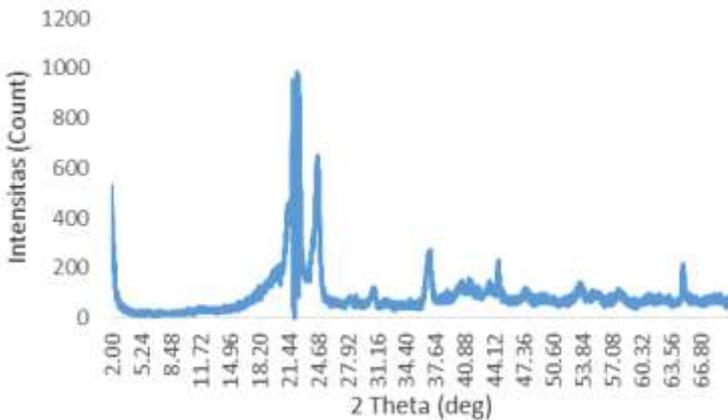
Gambar. 3.51. Pola Difraksi Campuran HDPE/Abu Sekam Padi 4% berat



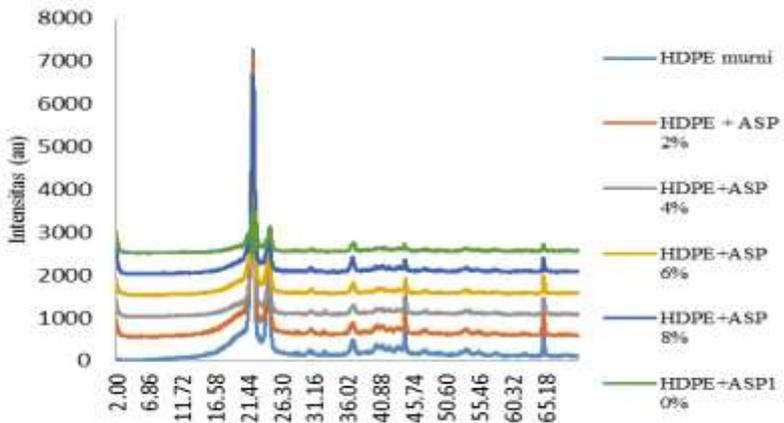
Gambar.3.52. Pola Difraksi Campuran HDPE/Abu Sekam Padi 6% berat



Gambar.3.53. Pola Difraksi Campuran HDPE/Abu Sekam Padi 8% berat



Gambar. 3.54. Pola Difraksi Campuran HDPE/Abu Sekam Padi 10% berat



Gambar 3.55. Pola difraksi Campuran ASP dan HDPE Tanpa PE-g-MA

Dari analisis pola difraksi yang dihasilkan sinar X terlihat pola Campuran HDPE/ASP pada Gambar 3.50 sampai 3.54 dengan variasi komposisi nano ASP dari 2 sampai 10 % berat. Pola difraksi yang dihasilkan hampir sama dengan pola difraksi HDPE namun dengan penambahan nano ASP intensitas dan jarak antara kisi difraksi bragg ada pergeseran puncak hal ini menandakan terjadinya interkalasi antara HDPE dengan ASP, tanpa kompatibiliser PE-g-MA yang dapat meningkatkan sifat

kekuatan tarik dan perpanjangan putus dari nano komposit. Peningkatan terbesar pada komposisi 8 dan 10 % berat untuk ASP tanpa kompatibiliser. Penambahan komposisi nano abu sekam padi (ASP) dapat mengurangi dispersibility abu sekam padi yang bisa dikaitkan dengan interaksi pengisi dari ASP yang tinggi menghasilkan aglomerat (penggumpalan), sehingga interkalasi dari matrik HDPE yang meleleh menjadi interlayer ASP.

Dari analisis data XRD pola difraksi nano komposit secara umum mengikuti pola difraksi HDPE, namun dengan adanya penambahan filler abu sekam padi terjadi pergeseran sudut puncak dan perbedaan intensitas, hal ini menunjukkan terjadinya interkalasi antara nano partikel abu sekam padi pada matrik HDPE. Sehingga menambah kekuatan tarik nano komposit.

Menurut penelitian (Kord.B, 2011), menyebutkan bahwa material penguat yang berukuran nanometer seperti *silica*, *calcium carbonates*, dan *clay* merupakan material yang bisa berfungsi sebagai kompatibiliser antara campuran polimer yang tidak saling melarutkan (*immiscible*). Telah diketahui dengan baik bahwa abu sekam padi bersifat polar sedangkan HDPE non polar, sehingga pencampuran keduanya merupakan pencampuran polimer yang *immiscible*.