

PENGARUH KOMPOSISI TERHADAP UKURAN BUTIR LAPISAN NANOKOMPOSIT $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ DENGAN METODE *SPIN COATING*

Diana Putri¹, Yenni Darvina², Yulkifli², Ramli^{*2}

¹Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

²Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

¹dianaputri537@yahoo.com, ²yardarvina@yahoo.com, ²yulkifliamir@gmail.com, ^{*2}ramli@fmipa.unp.ac.id

ABSTRACT

The study of nanocomposites has been much done by researchers. Nanocomposites are a mixture of nanoparticle powder consisting of two materials called matrix and filler. The filler used in this study is CoFe_2O_4 and the matrix is PVDF. This study is advantageous for investigating the microstructure of the $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ nanocomposite layer. The microstructure to be investigated is the size of crystals, the micro strains, the grains size and the thickness of nanocomposite layers. It is a research experiment that uses variations in composition 10 ml: 10 ml, 10 ml: 20 ml, 10 ml: 30 ml. The characterization tools used were Fourier Transform Infrared (FTIR) and Scanning Electron Microscope (SEM). FTIR is used to know the compound that depends on the nanocomposite. SEM characterization gets to the morphology of the surface and the thickness of nanocomposite layers. The CoFe_2O_4 functional group is generated at wave numbers 923.96 cm^{-1} , 921.86 cm^{-1} , 921.50 cm^{-1} . The PVDF functional group in the form of $\text{CH}_2\text{-CF}_2$ is generated at wave number 770.65 cm^{-1} , 770.46 cm^{-1} , 773.03 cm^{-1} . Other functional groups are produced by O-H groups in wave numbers 3412.90 cm^{-1} , 3404.36 cm^{-1} , 3379.85 cm^{-1} . The absorption band at wave numbers 1637.44 cm^{-1} , 1639.09 cm^{-1} , and 1733.93 cm^{-1} is the C=O stretching. The thickness of a nanocomposite layer obtained is that $25.11\text{ }\mu\text{m}$, $29.81\text{ }\mu\text{m}$, and $35.51\text{ }\mu\text{m}$. The grain size of nanocomposite is $0.447\text{ }\mu\text{m}$, $0.441\text{ }\mu\text{m}$, and $0.414\text{ }\mu\text{m}$. The more the PVDF composition in the nanocomposite the less a size of the grains produced.

Keywords: spin coating, nanocomposite, $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$, thin film, micro structure



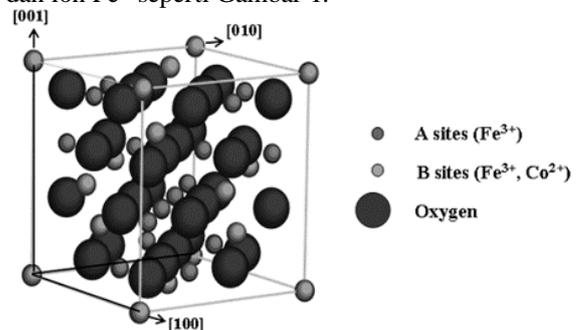
This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2018 by author and Universitas Negeri Padang.

PENDAHULUAN

Penelitian tentang nanokomposit telah banyak dilakukan oleh para peneliti. Material nanokomposit merupakan material yang berasal dari campuran bahan berbentuk serbuk dan berukuran nanopartikel. Nanokomposit ini dapat memiliki sifat lebih baik dari material penyusun nanokomposit tersebut^[1]. Dalam bidang teknologi nanokomposit memiliki beberapa aplikasi diantaranya sebagai baterai, bahan bakar, dan sebagai bahan superkapasitor. Superkapasitor adalah jenis kapasitor yang terdiri dari *double layer*, yang menyimpan energi transfer antara elektroda dan elektrolit. *Double layer* pada superkapasitor berperan dalam menghasilkan kapasitansi yang lebih tinggi^[2].

Material superkapasitor merupakan jenis material yang dapat dipakai dalam jangka waktu lama bergantung pada kapasitas daya yang dimasukkan ke dalam kapasitor. Untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan dan konduktivitas material tersebut maka material superkapasitor dirancang memiliki permukaan yang luas, dan ukuran dalam orde nanometer. Mekanisme pengisian bahan superkapasitor bergantung pada jenis elektroda yang digunakan. Bahan elektroda untuk superkapasitor ini terdiri dari 3 kategori yaitu bahan karbon aktif, polimer konduktif, dan oksida logam transisi^[3]. Salah

satu oksida logam transisi adalah oksida logam *ferrite*. Logam *ferrite* telah banyak dimanfaatkan oleh para peneliti dikarenakan memiliki sifat magnetik dan sifat listrik yang baik. Spinel *ferrite* dengan rumus kimia MFe_2O_4 yang terdiri dari ion logam divalent seperti Co, Mn, Ni, dll^[4]. *Cobalt ferrite* (CoFe_2O_4) dipilih sebagai bahan untuk elektroda superkapasitor dikarenakan memiliki konduktivitas listrik yang baik. CoFe_2O_4 merupakan logam spinel kubik oksida yang terdiri dari ion Co^{2+} dan ion Fe^{3+} seperti Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Kristal CoFe_2O_4 .^[5]

Gambar 1 memperlihatkan struktur kristal CoFe_2O_4 yang berstruktur kubik dan terdiri dari site A dan site B. Struktur Kristal CoFe_2O_4 diperoleh dengan menganalisa difraktogram menggunakan

prinsip kerja dari difraksi sinar-X. Secara matematis dapat dituliskan dalam persamaan:

$$2 d_{hkl} \sin \theta = \lambda \quad (1)$$

dengan:

n = bilangan bulat 1,2,3,4,...

λ = panjang gelombang

d_{hkl} = jarak antara bidang kisi

θ = sudut difraksi

Dalam pengaplikasiannya *cobalt ferrit* (CoFe_2O_4) mampu menghasilkan kualitas yang bagus jika berukuran nanometer atau yang biasa disebut nanopartikel. CoFe_2O_4 dapat dijadikan sebagai elektroda superkapasitor karena memiliki koersivitas listrik yang tinggi, kekuatan mekanik yang tinggi, stabilitas kimia yang lebih baik, magnetisasi saturasi yang relative tinggi, dan konduktifitas listrik yang baik^[6]. Lapisan tipis CoFe_2O_4 telah digunakan sebagai penyusun material sensor *giant magnetoresistance*^[7]. Polimer konduktif juga berpengaruh dalam meningkatkan sifat konduktivitas listrik pada superkapasitor. Salah satu polimer konduktif tersebut adalah *polyvinilidene fluoride* (PVDF).

Polyvinilidene fluoride adalah bahan termoplastik semikristalin yang memiliki sifat piezoelektrik dan sifat pieroelektrik yang kuat. Struktur molekul PVDF terdiri dari tiga bentuk yaitu fase α , fase β , fase γ . Fasa α merupakan golongan kristal monoklinik (pseudo ortorombik), sedangkan fasa β merupakan golongan kristal ortorombik^[8]. Dalam pengaplikasiannya sebagai material superkapasitor oksida logam dan polimer konduktif dibuat menjadi lapisan nanokomposit^[9].

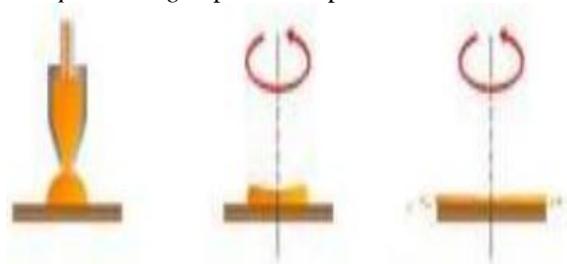
Nanokomposit adalah bahan yang terdiri dari campuran matriks dan *filler*. Nanokomposit merupakan bahan dengan struktur padat berdimensi berskala nanometer yang memiliki jarak tertentu. Material-material nanokomposit terdiri atas padatan inorganik yang tersusun atas komponen organik. Setiap nanokomposit terdiri dari dua atau lebih molekul inorganik atau organik yang memiliki ukuran nano. Bahan yang termasuk nanokomposit diantaranya media berporos, koloid, gel dan kopolimer^[10].

Nanokomposit merupakan material multi fase, yang pada setiap fase memiliki dimensi yang kurang dari 100 nanometer (nm). Keunggulan nanokomposit polimer dibandingkan dengan bahan lain diantaranya meningkatkan sifat elektrik, konduktifitas listrik, sifat mekanik dan resistansi pada suhu tinggi. Nanokomposit dibuat dengan cara mencampurkan nanopartikel filler kedalam bahan material matriks^[11].

Matriks yang digunakan dalam penelitian ini adalah PVDF sedangkan fillernya adalah CoFe_2O_4 . Penumbuhan lapisan nanokomposit dilakukan dengan menggunakan metode

penumbuhan lapisan tipis. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya pembuatan lapisan tipis telah dilakukan dengan beberapa metode seperti DC *magnetron sputtering*, *sputtering*, *screen printing*, *electrophoresis*, *slipcasting* dan semprot pirolisis. Metode-metode tersebut membutuhkan biaya operasi alat yang mahal akan tetapi menghasilkan permukaan lapisan yang kecil^[12].

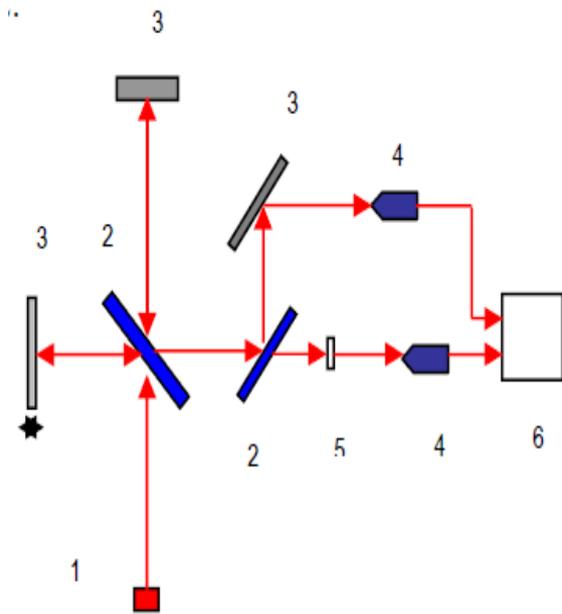
Salah satu metode yang dapat menumbuhkan lapisan tipis dengan permukaan lebih luas adalah metode *spin coating*. Metode *spin coating* adalah metode penumbuhan lapisan tipis yang dilakukan dengan menempelkan bahan diatas substrat kaca. Ketebalan lapisan tipis yang dihasilkan dari *spin coating* dipengaruhi oleh viskositas atau kekentalan larutan, kandungan material, kecepatan angular, waktu putar atau spin time. Skema pembuatan lapisan tipis menggunakan alat *spin coating* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema proses *spin coating*^[13]

Gambar 2 memperlihatkan proses penumbuhan lapisan tipis dimulai dari meneteskan larutan substrat kaca hingga terbentuk lapisan nanokomposit. Untuk memperoleh lapisan tipis nanokomposit dengan kualitas yang bagus maka penumbuhan lapisan ini dipengaruhi oleh kecepatan dan waktu putar *spin coating*^[14].

Alat karakterisasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM). FTIR merupakan alat yang digunakan untuk melihat gugus fungsi dari lapisan nanokomposit. Gugus fungsi dapat dilihat berdasarkan besarnya serapan bilangan gelombang akibat pancaran sinar infrared yang diberikan berkisar dari 400 cm^{-1} sampai dengan 4000 cm^{-1} . Prinsip kerja spektrofotometer FTIR yaitu sumber cahaya infrared akan menyinari sampel melewati suatu celah, celah tersebut berfungsi mengontrol jumlah energi yang diteruskan menuju sampel. Sinar infrared yang diterima oleh sampel sebagian akan diserap dan sebagian lagi ditransmisikan melalui permukaan sampel menuju detektor dan sinyal yang diterima detektor diteruskan kekomputer^[15]. Skema kerja alat FTIR dapat dilihat pada Gambar 3.



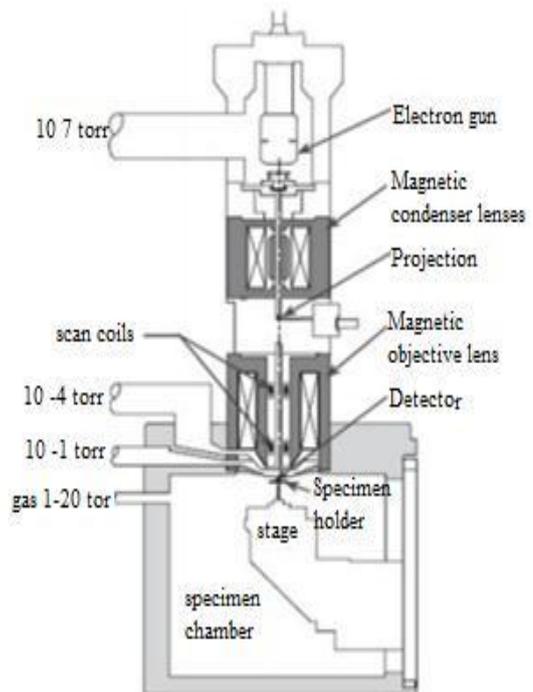
Gambar 3. Skema alat spektroskopi FTIR. (1) Sumber Inframerah (2) Pembagi Berkas (Beam Splitter) (3) Kaca Pemantul (4) Sensor Inframerah (5) Sampel (6) Display

Gambar 3 memperlihatkan proses jalannya cahaya infrared mengenai sampel sehingga bilangan gelombang sampel bisa terbaca dikomputer.

Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan alat yang bekerja menggunakan hamburan elektron.. SEM merupakan alat yang digunakan untuk melihat bentuk permukaan bahan yang bersifat konduktor dalam ukuran mikro. Setiap bahan yang akan dikarakterisasi menggunakan SEM harus bersifat konduktor agar dapat berinteraksi dengan elektron, jika tidak maka harus dilapisi dengan bahan konduktor^[16]. Prinsip kerja dari SEM adalah melalui proses penembakan elektron energy tinggi pada permukaan material. Saat permukaan material tersebut dikenai berkas elektron maka material akan memantulkan kembali elektron tersebut kesegala arah sehingga terbentuklah elektron sekunder. Dari banyak elektron sekunder yang dihasilkan terdapat satu elektron sekunder yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Elektron sekunder inilah yang kemudian dideteksi oleh detektor yang terdapat di dalam SEM kemudian detektor akan menerjemahkan pantulan tersebut sehingga dapat diperoleh informasi mengenai bentuk permukaan material yang diuji serta arah kemiringannya^[17].

Morfologi permukaan sampel dapat diukur dengan cara meletakkan sampel secara melintang diatas holder dengan posisi sampel vertical keatas. Sampel diletakkan menggunakan *carbon double tipe* yang terbuat dari bahan karbon konduktif sehingga dapat menghantarkan elektron hingga terbentuk morfologi permukaan sampel^[18]. Skema alat

Scanning Electron Microscope dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. SEM (*Scanning Electron Microscope*)^[17]

Gambar 4 memperlihatkan skema alat SEM yang dilengkapi dengan holder sebagai tempat meletakkan sampel saat proses karakterisasi. Dalam penelitian ini *Scanning Electron Microscope* (SEM) digunakan untuk melihat struktur mikro dari lapisan nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$. Struktur mikro merupakan analisis terhadap material yang dilihat menggunakan teknik makroskopi. Struktur mikro yang diteliti yaitu ukuran butir dari lapisan nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen, terdiri dari 6 tahap yaitu pemurnian pasir besi, pembuatan nanopartikel pasir besi, pembuatan prekursor pasir besi, pembuatan prekursor CoFe_2O_4 , Pembuatan nanokomposit CoFe_2O_4 , dan pembuatan lapisan nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$. Pemurnian pasir besi dilakukan menggunakan magnet permanen. Sampel ditarik magnet menggunakan magnet permanen ini sebanyak 30 tarikan, setelah itu sampel diayak menggunakan ayakan 100 mesh, kemudian sampel dicuci menggunakan aquabidest. Setelah kering pada sampel dilakukan tarik magnet sebanyak 20 kali tarikan^[11]. Setelah pemurnian pasir besi dibuat dalam ukuran nanopartikel menggunakan alat HEM-E3D untuk dimilling selama 30 jam.

Pembuatan prekursor Fe_3O_4 dalam bentuk $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ dilakukan pada suhu 110°C dengan cara mereaksikan 17.4 gr Fe_3O_4 yang sudah dimilling

selama 30 jam dan 4.5 gr asam oksalat ($C_2H_2O_4$) dengan asam nitrat (HNO_3) sebanyak 42 mL. Kemudian menambahkan *ethylene glycol* sebanyak 55 gr kedalam larutan tersebut dan menstiring larutan pada suhu $80^{\circ}C$ selama 2 jam menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan konstan hingga larutan menjadi gel^[19]. Pembuatan prekursor $CoFe_2O_4$ dilakukan dengan melarutkan *cobalt nitrat* ($(Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O)$) dan *ferrit nitrat* ($Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$) dengan asam *citrit* ($C_6H_8O_7 \cdot H_2O$)^[20].

Larutan $CoFe_2O_4$ dicampurkan dengan *tetrahydrofuran* (THF) dan di *ultrasonic cleaner* selama 2 jam. Selain itu melarutkan PVDF sebanyak 3 gr dengan 70 ml THF menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 jam^[21]. Setelah itu membuat nanokomposit $CoFe_2O_4$: PVDF sebanyak 3 variasi komposisi dengan perbandingan 10 ml : 10 ml, 10 ml : 20 ml, 10 ml : 30 ml. Selanjutnya larutan nanokomposit diletakkan diatas substrat kaca dan di spin menggunakan alat spin coating dengan kecepatan putar 3000 rpm selama 60 detik. Lapisan nanokomposit yang telah di spin coating di karakterisasi menggunakan alat *Fourier Transformation Infrared* (FTIR), dan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

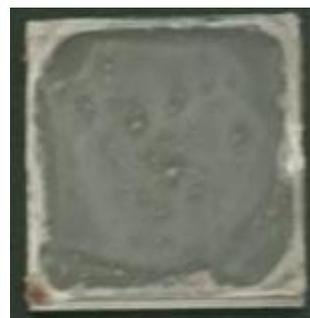
Lapisan nanokomposit *cobalt ferrite*/PVDF ditumbuhkan diatas substrat kaca menggunakan alat *spin coating* dengan menggunakan kecepatan putar *spin coating* dan waktu putar *spin coating* tertentu. Proses *spin* dilakukan dengan cara meneteskan larutan diatas substrat kaca kemudian diputar dengan kecepatan dan waktu yang sama yaitu 3000 rpm dalam 60 detik. Penumbuhan lapisan nanokomposit $CoFe_2O_4$ /PVDF dilakukan untuk 3 variasi komposisi yaitu perbandingan komposisi 10 ml : 10 ml, 10 ml : 20 ml, 10 ml : 30 ml. Hasil dari lapisan nanokomposit $CoFe_2O_4$ /PVDF yang ditumbuhkan diatas substrat kaca untuk variasi komposisi 10 ml : 10 ml menghasilkan permukaan lapisan seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Lapisan nanokomposit $CoFe_2O_4$ /PVDF variasi 10 ml : 10 ml

Gambar 5 memperlihatkan lapisan nanokomposit $CoFe_2O_4$ /PVDF telah berhasil diumbuhkan diatas substrat kaca. Berdasarkan hasil *spin coating* diperoleh lapisan yang merata disekeliling substrat kaca.

Hasil penumbuhan lapisan nanokomposit $CoFe_2O_4$ /PVDF diatas substrat kaca untuk variasi komposisi 10 ml : 20 ml dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Lapisan nanokomposit $CoFe_2O_4$ /PVDF variasi 10 ml : 20 ml

Gambar 6 memperlihatkan nanokomposit telah berhasil diumbuhkan diatas substrat kaca. Dari hasil *spin* diperoleh bagian pinggir lapisan yang merata tetapi memiliki ukuran ketebalan disekeliling substrat kaca yang lebih tebal dari pada variasi komposisi 10 ml : 10 ml.

Hasil penumbuhan lapisan nanokomposit $CoFe_2O_4$ /PVDF diatas substrat kaca untuk variasi komposisi 10 ml:20 ml dapat dilihat pada Gambar 7.

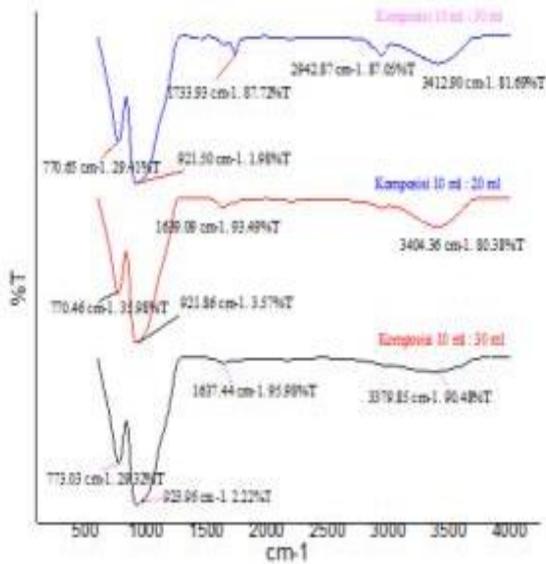


Gambar 7. Lapisan nanokomposit $CoFe_2O_4$ /PVDF variasi 10 ml : 30 ml

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat nanokomposit telah berhasil diumbuhkan diatas substrat kaca. Dari hasil spin diperoleh bagian pinggir lapisan yang merata akan tetapi memiliki ukuran ketebalan disekeliling substrat kaca yang lebih tebal dari pada variasi komposisi 10 ml : 10 ml, dan 10 ml : 20 ml.

Untuk melihat ikatan yang terkandung dalam lapisan nanokomposit dilakukan karakterisasi FTIR. Karakterisasi FTIR menghasilkan grafik hubungan antara bilangan gelombang dan transmisi gelombang yang digunakan untuk melihat gugus fungsi dari lapisan nanokomposit $CoFe_2O_4$ /PVDF. Hasil karakterisasi FTIR untuk perbandingan variasi

komposisi 10 ml : 10 ml, 10 ml : 20 ml, 10 ml : 30 ml dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Gugus fungsi nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ dengan 3 variasi komposisi

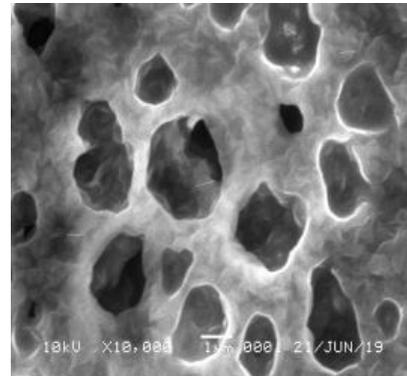
Gambar 8 memperlihatkan bahwa pada lapisan terdapat puncak fraksi nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ dengan bilangan gelombang dan transmisi gelombang tertentu. Grafik hasil uji FTIR memperlihatkan hubungan antara bilangan gelombang dengan transmisi gelombang.

Berdasarkan grafik pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa untuk ketiga variasi komposisi memiliki gugus fungsi dengan bilangan gelombang yang hampir sama. Dari hasil karakterisasi diperoleh bilangan gelombang dengan pita serapan 3379.85 cm^{-1} , 3404.36 cm^{-1} dan 3412.90 cm^{-1} memiliki gugus O-H. Pernyataan ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Anam, dkk^[22] yang menyatakan bahwa gugus fungsi O-H memiliki bilangan gelombang antara 3300 cm^{-1} - 3500 cm^{-1} .

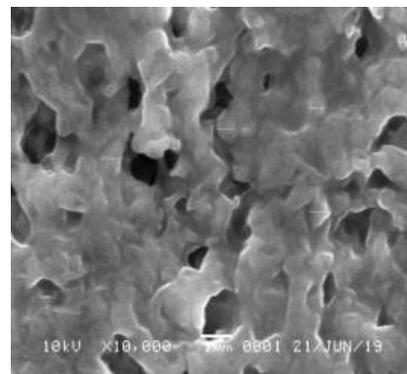
Pita serapan dengan bilangan gelombang 923.96 cm^{-1} , 921.86 cm^{-1} , 921.50 cm^{-1} merupakan gugus fungsi untuk *cobalt ferrite*. Pernyataan ini sesuai dengan penelitian Amalia yang menyatakan bahwa untuk nilai bilangan gelombang 922.03 cm^{-1} merupakan nilai dari *cobalt ferrite*^[6]. Pita serapan untuk bilangan gelombang 1637.44 cm^{-1} , 1639.09 cm^{-1} merupakan pita serapan untuk C=O *stretching*, hal ini sesuai dengan penelitian Sulistiani^[23] yang menyatakan bahwa pada daerah bilangan gelombang 1600 - 1690 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi gugus fungsi C=O *stretching*. Bilangan gelombang dengan pita serapan 770.65 cm^{-1} , 770.46 cm^{-1} , 773.03 cm^{-1} merupakan gugus fungsi $\text{CH}_2\text{-CF}_2$ ^[24].

Untuk mengetahui morfologi permukaan dan ketebalan lapisan nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ untuk perbandingan variasi komposisi 10 ml : 10 ml,

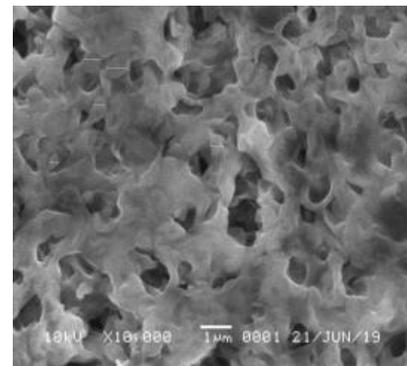
10 ml : 20 ml, 10 ml : 30 ml dapat dilakukan karakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Berdasarkan karakterisasi SEM diperoleh hasil seperti Gambar 9.



(a)



(b)



(c)

Gambar 9. Hasil pencitraan SEM morfologi lapisan nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ untuk perbandingan komposisi 10 ml : 10 ml, 10 ml : 20 ml, 10 ml : 30 ml.

Gambar 9 memperlihatkan morfologi permukaan lapisan nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ telah berhasil ditumbuhkan diatas substrat kaca. Berdasarkan pencitraan yang diperoleh dari hasil pengujian SEM lapisan nanokomposit dengan perbandingan komposisi 10 ml : 10 ml memiliki permukaan yang paling tidak rata, hal ini ditandai dengan besarnya porositas yang muncul dipermukaan

lapisan tersebut. Berdasarkan ketiga variasi komposisi yang dilakukan permukaan lapisan nanokomposit yang lebih rata terdapat pada permukaan morfologi variasi komposisi 10 ml : 30 ml.

Berdasarkan hasil pencitraan morfologi permukaan dapat diketahui ukuran butir dari lapisan nanokomposit CoFe₂O₄/PVDF. Ukuran butir dari lapisan nanokomposit CoFe₂O₄/PVDF diperoleh melalui pengolahan menggunakan software Image j. Software Image j akan menghasilkan pengolahan berupa data ukuran butir dalam satuan mikro meter.

Berdasarkan pengolahan menggunakan software image j diperoleh ukuran butir rata-rata dari nanokomposit CoFe₂O₄/PVDF variasi komposisi 10 ml : 10 ml, 10 ml : 20 ml, 10 ml : 30 ml seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data ukuran butir lapisan nanokomposit untuk setiap variasi komposisi.

No.	Komposisi CoFe ₂ O ₄ : PVDF	Ukuran Butir (μm)
1	10 ml : 10 ml	0.447
2	10 ml : 20 ml	0.441
3	10 ml : 30 ml	0.414

Berdasarkan ukuran butir diperoleh lapisan nanokomposit dengan ukuran butir terkecil dari tiga lapisan nanokomposit yaitu 0,414 μm dan ukuran butir terbesar adalah 0,447 μm. Berdasarkan analisis menggunakan SEM diperoleh semakin besar komposisi PVDF yang ditambahkan maka semakin kecil ukuran butir yang dihasilkan. Pernyataan ini sesuai dengan penelitian Rahmi dkk^[21] yang menyatakan semakin besar penambahan PVDF dalam nanokomposit maka ukuran butir menjadi berkurang.

KESIMPULAN

Telah berhasil ditumbuhkan lapisan nanokomposit CoFe₂O₄/PVDF diatas substrat kaca menggunakan alat *spin coating* dengan kecepatan putar spin 3000 rpm selama 60 detik. Berdasarkan hasil pengujian gugus fungsi didapatkan bahwa lapisan sudah termasuk lapisan nanokomposit CoFe₂O₄/PVDF dengan bilangan gelombang yang hampir sama untuk ke 3 variasi komposisi. Pita serapan dengan bilangan gelombang 923.96 cm⁻¹, 921.86 cm⁻¹, 921.50 cm⁻¹ merupakan gugus fungsi untuk *cobalt ferrite*. Bilangan gelombang dengan pita serapan 770.65 cm⁻¹, 770.46 cm⁻¹, 773.03 cm⁻¹ merupakan gugus fungsi CH₂-CF₂. Gugus fungsi lain yang dihasilkan yaitu gugus fungsi O-H memiliki

bilangan gelombang antara 3412.90 cm⁻¹ – 3404.36 cm⁻¹, 3379.85 cm⁻¹. Pita serapan pada bilangan gelombang 1637.44 cm⁻¹, 1639.09 cm⁻¹, dan 1733.93 cm⁻¹ merupakan gugus C=O *stretching*.

Berdasarkan karakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk setiap variasi komposisi nanokomposit yang diberikan diperoleh penurunan ukuran butir seiring dengan bertambahnya komposisi lapisan nanokomposit CoFe₂O₄/PVDF.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yunasfi. 2015. *Analisis Sifat Listrik Nanokomposit Fe0.5-C0.5*. Kawasan Puspittek Serpong: Tangerang
- [2] Jayalakshmi, M.2008. Simple Capacitor To Supercapacitors. *Int. J.Electrochem Sci*. Vol 3. Hal 1196-1217.
- [3] Nursiti.,Wibowo, Ersita Raharjeng., Safitri, AyuWulan., Supriyono., Oktavian, Rama. 2018. Elektrolisis nanokomposit α-MnO₂/C dan fabrikasinya untuk aplikasi superkapasitor. *Jurnal Chemurgy*. Vol.02 No.1.
- [4] Shinde, A.B. Structural And Electrical Properties Of Cobalt Ferrite Nanoparticle. *IJITEE*. ISSN:2278-3075.Vol.3 issue 4.
- [5] Ramli, Riri Jonuarti., Ambran Hartono. 2017. Analisis Struktur Nano Dari Lapisan Tipis Cobalt Ferrite Yang Dipreparasi Dengan Metode Sputtering. *Eksakta*Vol. 18 No. 1. 46-47.
- [6] Amelia, Chomsatin, Suharyana, Budi Purnama. 2015. Pengaruh Two Step Annealing Pada Struktur Kristal Nanopartikel Cobalt Ferrite Hasil Ko-Presipitasi. *JurnalFisika Dan Aplikasinya* Vol.11.No.2.
- [7] Ramli, Hartono, A., Sanjaya, E., Aminudin, A., Khairurrijal., Haryanto, F., Imawan, C., & Djamal, M., (2016), Novel Ternary CoFe₂O₄/CuO/CoFe₂O₄ as a Giant Magnetoresistance Sensor, *J. Math. Fund. Sci.*, Vol. 48, No. 3, 2016, pp. 230-24
- [8] Nugraha, Aditya, Masri Bin Ardin, Rivandra Rezani. 2017. Karakterisasi Material, Polimer PvdF Dengan Polarisai Permukaan. *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol.8, No. 3: ISSN 2447-6041.

- [9] Muhlis, dkk. (2013). *Studi Penumbuhan Lapisan Tipis PZT Dengan Metode Spin Coating*. FMIPA: Universitas Brawijaya
- [10] Hadiyawardman, dkk. 2008. Fabrikasi Material Nanokomposit Superkuat, Ringan Dan Transparan Menggunakan Metode Simple Mixing. *Jurnal nanosains dan nanoteknologi*. Vol No.1
- [11] Chitraningrum, N. 2008. Sifat Mekanik dan Termal Pada Bahan Nanokomposit Epoxy-Clay tapanuli. Skripsi. Departemen Fisika. FMIPA. UI. Depok.23-27.
- [12] Yulfriska, Nidya., Ramli., Yenni Darvina. 2017. Analisis Sifat Optic Dari Lapisan Tipis Fe₃O₄ Yang Dipreparasi Dari PasirBesi Pantai Tiram Kabupaten Padang Pariaman Sumatera Barat Dengan Metode Sol Gel Spin Coating. *Pillar Of Physics*, Vol.10. 63-70.
- [13] Sulastri, Sri.2010. Pengukuran Sebaran Ketebalan Lapisan Tipis Hasil Spin Coating Dengan Metode Interferometrik. Skripsi. Universitas Sebelas Maret : Surakarta.
- [14] Muslimin, Ahmad Novi, dkk. 2017. Analisis Pengaruh Temperature Hot Press Terhadap Peningkatan Nilai Fraksi β Film PVDF. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. Volume VI: ISSN: 2339-0654.
- [15] Puspitasari, WidyaRiski. 2017. Preparasi dan Sintesis Graphene Oxide Dengan Variasi Waktu pembakaran Kain Perca Menggunakan Metode Penangkapan Asap Dengan Kaca Preparat Berdasarkan Uji Absorbansi dan Gugus-gugus Fungsional. FMIPA:UNY.
- [16] Sari, Tauhida Amalia., Hamdi., Mufti, fatni.2014. Identifikasi Mineral Magnetic Pada Guano Di GuaBau-Bau Kalimantan Timur Menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM).*Pillar Of Physics*, Vol. 1. 97-104.
- [17] Fitriana, Vinda Nur. 2014. Sintesis dan Karakterisasi Superkapasitor Berbasis Nanokomposit TiO₂/C. Semarang. Universitas Negeri Malang.
- [18] Sujatno, Agus., Salam, rohmada., Bandriyana, Dimiyati, Arbi. 2015. Studi Scanning Electron Microscopy (Sem) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir (JFN)*. Volume 9, No. 2.
- [19] Rianto, Debi. 2017. *Analisis Struktur Kristal Dan Morfologi Lapisan Tipis Magnetit (Fe₃O₄) Berbahan Dasar Pasir Besi Alam Yang Ditumbuhkan Dengan Menggunakan metode Spin Coating*. Skripsi. Fmipa: UNP.
- [20] Zawrah. M. F., El-Okr. M. M., Ashery. A., Hammad Abou. A. B. 2016. Characterization Of Sol-Gel Fabricated Cobalt Ferrite CoFe₂O₄ Nanoparticle. *Middle East Journal Of Applied Sciences*. Vol. 06.
- [21] Rahmi, Ramli., Darvina, Yenni. 2018. Analisis Sifat Listrik Nanokomposit Fe₃O₄/PVDF Yang Disintesis Dengan Metode Sol Gel Untuk Aplikasi Elektroda Baterai Lithium. *Pillar of Physics*. Vol.11 No.2.
- [22] Anam, Choirul., Sirojudin, Firdausi, K Sofjan. 2007. Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin Dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi Ftir. *Berkala Fisika*. Vol 10. , No.1. ISSN : 1410 - 9662, hal 79-85.
- [23] Sulistyani, Martin dan Nuril Huda. 2017. Optimasi Pengukuran Spektrum Vibrasi Sampel Protein Menggunakan Spektrofotometer Fourier Transform Infrared (FT-IR). *Indonesian Journal of Chemical Science*. Vol.6 No 2.
- [24] Arifin, Devi EkaSeptiyani dan Mochamad Zainuri. 2014. Karakterisasi Sifat Separator Komposit PVDF/poli(dimetilsiloksan) Dengan Metode Pencampuran Membran (Blending Membrane). *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*. Vol. 3(2).