



Alotrop

Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia

p-ISSN 2252-8075 e-ISSN 2615-2819

SINTESIS DAN KARAKTERISASI *METAL ORGANIC FRAMEWORKS* La-NDC SERTA POTENSI APLIKASINYA SEBAGAI SENSOR SENYAWA BORAKS

Muhammad Akbar Chaniago^{1*}, Sura Menda Ginting^{1*}, Febrian Solikhin¹
¹Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP

* For correspondence purposes, email: sura_mg@unib.ac.id

ABSTRACT

[Synthesis and Characterization of La-NDC Metal Organic Frameworks and Their Potential as Borax Sensor] This study aim is to synthesize and characterize metal organic frameworks La-NDC and determine the electronic response to borax (H_3BO_3) compounds. The method used to synthesize La-NDC MOFs is the solvothermal method with dimethylacetamide (DMA) as solvent. The research was conducted in the learning laboratory of FKIP UNIB and the Basic Science laboratory of FMIPA UNIB from April to June 2022. The synthesis stages of La-NDC MOFs consisted of six stages, namely preparation, mixing, heating and cooling, washing, drying and weighing. Yield results obtained as much as 70.77% and 63.85%. The results showed that La-NDC MOFs have been synthesized with a slightly yellowish white crystalline form. Characterization of La-NDC MOFs was carried out using FTIR, SEM and XRD methods. The results of FTIR characterization showed that Lanthanum metal ions had coordinated with NDC ligands to form a network of MOFs, XRD characterization results showed that La-NDC MOFs had good crystallinity and SEM characterization results showed that the morphology of La-NDC MOFs resembled irregular rocks with diameters ranging from 73 - 581 m. The analytes used for the response test were borax, benzene, toluene and formalin. The electronic response test of La-NDC MOFs was carried out using a UV-Vis spectrophotometer at a wavelength range of 200-800 nm. The results of the electronic response test on the sample of MOFs with borax show that La-NDC MOFs have no potential as sensors because they do not show specific electronic behavior towards borax.

Keywords: *metal organic frameworks, solvothermal, borax, sensor, UV-Vis*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengkarakterisasi *metal organic frameworks* La-NDC serta mengetahui respon elektroniknya terhadap senyawa boraks (H_3BO_3). Metode yang digunakan untuk mensintesis La-NDC MOFs adalah metode solvothermal dengan pelarut *dimethylacetamide* (DMA). Penelitian dilakukan di laboratorium pembelajaran FKIP UNIB dan laboratorium *Basic Science* FMIPA UNIB pada bulan April hingga Juni 2022. Tahapan sintesis La-NDC MOFs terdiri dari enam tahapan yaitu persiapan, pencampuran, pemanasan dan



pendinginan, pencucian, pengeringan dan penimbangan. Hasil rendemen didapatkan sebanyak 70,77 % dan 63,85 %. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa La-NDC MOFs telah selesai disintesis dengan bentuk kristal berwarna putih sedikit kekuningan. Karakterisasi La-NDC MOFs dilakukan dengan metode FTIR, SEM dan XRD. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa ion logam Lantanum telah terkoordinasi dengan ligan NDC membentuk jaringan MOFs, hasil karakterisasi XRD menunjukkan La-NDC MOFs memiliki kristalinitas yang baik serta hasil karakterisasi SEM menunjukkan morfologi La-NDC MOFs menyerupai bebatuan tidak beraturan dengan diameter berkisar 73 - 581 μm . Analit yang digunakan untuk uji respon yaitu boraks, benzena, toluena dan formalin. Uji respon elektronik La-NDC MOFs dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada rentang panjang gelombang 200-800 nm. Hasil uji respon elektronik pada sampel MOFs dengan boraks menunjukkan bahwa La-NDC MOFs tidak memiliki potensi sebagai sensor karena tidak menunjukkan perilaku elektronik yang spesifik terhadap boraks.

Kata kunci: *jaringan logam-organik, solvotermal, boraks, sensor, UV-Vis*

PENDAHULUAN

Metal Organic Frameworks (MOFs) adalah satu dari sekian material baru yang menarik perhatian para peneliti. Material ini telah banyak dikembangkan dalam satu dekade terakhir. *Metal organic frameworks* merupakan sebuah material dengan kerangka logam-senyawa organik yang membentuk sebuah jaringan (*network*) dengan atom logam sebagai pusat jaringannya. Jaringan yang terbentuk merupakan polimer koordinasi dengan struktur yang memiliki pori. Material MOFs ini dapat memiliki luas permukaan yang sangat tinggi (hingga 5900 m^2/g), ukuran pori mikro (<2 nm) yang dapat disesuaikan oleh ion logam dan ligan penyusunnya, volume pori hingga 2 cm^3/g dan fungsionalitas yang beragam [1]. MOFs dapat dijadikan sebagai material penyimpanan dan pemisahan gas, sensor, fenomena adsorpsi, magnet dan katalis [2].

Salah satu potensi yang dimiliki oleh material MOFs yaitu sebagai sensor. Sensor merupakan sebuah alat yang dapat mendeteksi keberadaan suatu zat atau senyawa [2]. Potensi MOFs sebagai sensor dapat diaplikasikan untuk mendeteksi keberadaan ion-ion logam maupun senyawa-senyawa organik. Salah satu

alasan material MOFs dapat digunakan sebagai sensor dikarenakan memiliki kemampuan luminesensi [3]. Luminesensi merupakan suatu fenomena yang terjadi pada suatu material yang dapat menyerap cahaya dan mengemisikan kembali cahaya tersebut. Apabila suatu material diberikan sejumlah energi maka material tersebut menyerap sebagian energi yang diberikan dalam hal ini berbentuk sinar (sinar ultraviolet, inframerah, sinar-x dan sebagainya) sehingga elektron valensi tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Elektron ini akan kembali ke kondisi dasarnya (relaksasi) serta memancarkan foton pada prosesnya.

Jika diilustrasikan suatu material MOFs ditambahkan suatu analit ke dalamnya kemudian akan terjadinya interaksi antara MOFs dengan analitnya. Akibat dari interaksi dengan analit tersebut, MOFs akan memberikan sinyal elektronik yang berbeda dibandingkan jika tanpa analit. Perbedaan inilah yang kemudian dianalisis dengan instrumen spektrofotometer. Berdasarkan interaksi dan perbedaan sinyal elektronik tersebut maka dapat diasumsikan MOFs tersebut sebagai sensor bagi sampel yang mengandung suatu analit tertentu.

Senyawa yang dapat dijadikan sebagai analit dalam penelitian ini adalah boraks. Senyawa ini termasuk kedalam bahan tambahan makanan yang dilarang penggunaannya dan telah ditetapkan dalam Permenkes RI No. 033 Tahun 2012 tentang Bahan Tambahan Pangan. Boraks adalah senyawa dengan nama kimia natrium tetraborat yang berupa kristal lunak. Boraks apabila dilarutkan dalam air akan terurai menjadi natrium hidroksida serta asam borat. Boraks biasa digunakan sebagai bahan pembuatan gelas serta enamel, mematri logam, anti jamur kayu, pembasmi kecoa, antiseptik, obat buat kulit dalam wujud salep, pembuatan deterjen, sabun, cat, desinfektan, pestisida, keramik, serta industri tekstil [4]. Penyalahgunaan boraks pada pangan umumnya diperuntukkan sebagai pengeras, pengenyal, serta pengawet. Sebagai contoh pangan yang menggunakan boraks antara lain bakso, mie basah, kerupuk, serta pangsit.

Boraks dilarang penggunaannya pada pangan sebab mempunyai dampak negatif terhadap tubuh manusia. Apabila masuk ke dalam tubuh senyawa ini bisa menjadi toksin untuk lapisan syaraf pusat, ginjal serta hati. Tidak hanya itu, boraks bisa menimbulkan tanda-tanda yang tertunda meliputi gejala malaise, mual, perih hebat pada perut bagian atas (epigastrik), pendarahan saluran pencernaan (gastroenteritis) diiringi muntah darah, diare, lemas, mengantuk, demam, serta rasa sakit kepala. Konsumsi boraks dalam jangka panjang juga akan menimbulkan kulit kering, bintik- bintik merah pada kulit, serta kendala saluran pencernaan. Boraks bersifat karsinogenik (menimbulkan kanker), bisa mengusik sistem reproduksi, menimbulkan kendala hormonal serta apabila terakumulasi bisa menimbulkan kendala sistem imunitas badan [5].

Penggunaan boraks pada makanan yang dapat menimbulkan dampak membuat peneliti tertarik untuk mensintesis material

metal organic frameworks dari logam $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan ligan 2,6-naftalendikarboksilat (NDC). Material hasil sintesis ini akan diaplikasikan untuk mendeteksi senyawa boraks. Logam lantanum sendiri merupakan logam golongan lantanida dengan nomor atom 57 dan disimbolkan dengan La. Lantanum memiliki massa relatif 138,9 sma dan tingkat energi oksidasinya +2 dan +3 [2]. Sedangkan asam 2,6-naftalendikarboksilat (NDC) merupakan senyawa organik dengan rumus molekul $\text{C}_{10}\text{H}_6(\text{COOH})_2$ berbentuk padatan serbuk tak berwarna dengan titik leleh 323°C . NDC dipilih karena dapat menjadi ligan bidentat dengan logam karena memiliki dua gugus fungsi karboksilat dan memiliki toksisitas yang rendah.

Pada [6] peneliti membuat produk inovatif SIBOMIN B yang dapat digunakan untuk mendeteksi boraks. Pereaksi yang digunakan cukup sederhana dan mudah didapat, yaitu alkohol dan kunyit dengan perbandingan 1:1. Riset yang lain tentang uji boraks dilakukan oleh [7], memakai kertas turmerik dengan ekstrak kunyit menghasilkan warna kuning pada kertas saringnya. Terjadi perubahan warna pada kertas turmerik dari kuning menjadi coklat kemerahan apabila sampel positif mengandung boraks. Interpretasi hasil uji suatu sampel positif mengandung boraks adalah perubahan warna kuning kunyit menjadi warna merah karena pembentukan senyawa rosocyanin, sedangkan hasil uji boraks negatif ditunjukkan dengan tidak terjadinya perubahan warna kunyit. Sedangkan pada penelitian ini akan dilakukan analisis respon La-NDC MOFs terhadap senyawa boraks dengan menggunakan instrumen spektrofotometri UV-Vis. Prinsipnya, cahaya UV akan mengakibatkan terjadinya transisi elektron berupa promosi elektron dari orbital keadaan dasar yang berenergi rendah menuju orbital yang berenergi lebih tinggi. Penggunaan instrumen ini diharapkan mampu menghasilkan data

yang lebih akurat baik secara kualitatif dan kuantitatif dibandingkan dengan produk SIBOMIN B maupun kertas turmerik. Metode ini nantinya akan menjadi salah satu cara lain untuk mendeteksi keberadaan boraks pada suatu sampel.

Penggunaan material MOFs sebagai alat untuk mendeteksi boraks dipilih karena material MOFs mempunyai karakteristik yang menarik, diantaranya yaitu kemampuan struktur untuk dapat beradaptasi, sifat fleksibilitasnya, pori kristalin yang tertata rapi serta memiliki sisi koordinasi yang beragam [8]. Berdasarkan penjabaran diatas maka peneliti mengangkat topik penelitian mengenai “Sintesis dan Karakterisasi *Metal Organic Frameworks* La-NDC Serta Potensi Aplikasinya Sebagai Sensor Senyawa Boraks”.

METODE PENELITIAN

MOFs disintesis dengan menggunakan metode solvotermal dengan bahan dasarnya terdiri atas 2 mmol $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sebagai ion logam dan 2 mmol 2,6-naftalendikarboksilat (NDC) sebagai ligan organik yang direaksikan bersamaan dengan menggunakan 10 mL DMA. Semua reaktan dimasukkan kedalam sebuah wadah khusus terbuat dari teflon yang bersifat inert. Kemudian aduk reaktan dengan menggunakan *shaker* selama 5 menit. Lalu masukkan reaktan ke dalam reaktor (*autoclave*) dan tutup rapat. Selanjutnya masukkan ke dalam oven pada suhu 120°C selama 24 jam. Setelah 24 jam keluarkan reaktor dari oven dan biarkan dengan pada suhu ruang. Setelah suhunya mengikuti suhu ruang, keluarkan produk dan kemudian cuci dengan aquades dan aseton secara berurutan. Keringkan dalam oven pada suhu kurang lebih 50°C . Kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel tutup rapat dan simpan di tempat gelap untuk perlakuan selanjutnya. Diulangi langkah diatas untuk suhu sintesis 150°C . MOFs yang telah disintesis kemudian dilakukan karakterisasi FTIR di

laboratorium *Basic Science* UNIB. Karakterisasi SEM dan XRD dilakukan di laboratorium ITB.

Padatan MOFs yang telah disintesis dilarutkan dalam pelarut metanol dengan perbandingan 1:1. Padatan MOFs yang telah ditimbang sebanyak 3 mg terlebih dahulu dihaluskan. Kemudian dicampurkan dengan metanol sebanyak 3 ml, campuran kemudian dikocok hingga terbentuk suspensi MOFs. Panjang gelombang optimum MOFs ditentukan dengan mengukur absorbansi MOFs yang tidak ditambahkan larutan senyawa organik. Spektrum absorbansi MOFs diukur pada rentang panjang gelombang 200-800 nm. Panjang gelombang optimum ditentukan berdasarkan absorbansi maksimum. Uji Respon Elektronik La-NDC MOFs dilakukan terhadap empat senyawa organik yaitu boraks, formalin, benzena dan toluena. Pengujian dilakukan pada rentang panjang gelombang 200-800 nm.

Teknik perolehan data pada penelitian ini menggunakan beberapa instrumentasi yaitu instrumen spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), *X-Ray Diffractometer* (XRD), *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan spektrofotometer UV-Vis. Data yang diperoleh pada penelitian ini berupa spektrum, difraktogram, gambar dua dimensi suatu material dan nilai absorbansi. Menghitung persen rendemen dari La-NDC MOFs hasil sintesis dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\% \text{Rendemen} = \frac{\text{massa La-NDC hasil sintesis}}{\text{massa total reaktan}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis La-NDC MOFs dengan Metode Solvotermal

Sintesis La-NDC MOFs pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode sintesis solvotermal. Metode solvotermal dipilih karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode lain antara

lain peralatan sintesis yang sederhana, dispersi yang seragam untuk doping ion logam, kontrol stoikiometri dan memberikan kehomogenan yang baik secara kimia [9]. Prosesnya dilakukan dengan mencampurkan senyawa anorganik sebagai atom pusat dan senyawa organik sebagai ligan. La-NDC MOFs disintesis menggunakan padatan Lantanum nitrat sebagai *cluster* logam, padatan NDC (*naphthalenedicarboxylic acid*) sebagai ligan serta *dimethylacetamide* (DMA) sebagai pelarut. Pada penelitian ini pelarut DMA digunakan sebagai pelarut pendispersi ligan NDC dan sebagai pembentuk kristal MOFs. NDC dipilih karena dapat menjadi ligan bidentat dengan logam karena memiliki dua gugus fungsi karboksilat dan memiliki toksisitas yang rendah.

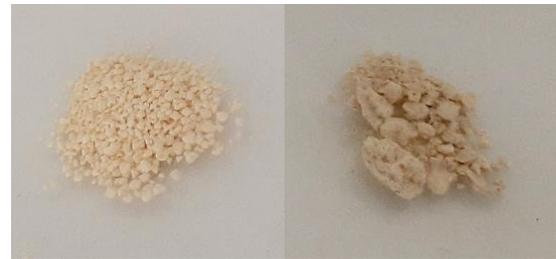
Sintesis La-NDC MOFs dilakukan dengan variasi temperatur reaksi 120 °C dan 150 °C dengan waktu sintesis selama 24 jam. Rendemen hasil dari sintesis disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Rendemen Sintesis La-NDC MOFs

Temperatur Sintesis	Rendemen	Persen Rendemen
120 °C	0,92 gram	70,77 %
150 °C	0,67 gram	63,85 %

Berdasarkan Tabel 1 dapat diamati fenomena bahwa semakin tinggi suhu sintesis maka rendemen yang dihasilkan juga semakin sedikit, namun hal ini tidak dapat diasumsikan bahwa suhu sintesis yang optimum untuk sintesis La-NDC MOFs pada penelitian ini adalah pada suhu 120 °C. Hal ini dikarenakan jika masing-masing MOFs hasil sintesis diamati secara kasat mata, La-NDC MOFs dengan suhu sintesis 120 °C dan 150 °C sama-sama berbentuk kristal, hanya saja pada La-NDC MOFs 120 °C kristalnya memiliki diameter yang lebih kecil dibanding La-NDC MOFs 150 °C, agar lebih jelas dapat dilihat pada

Gambar 4.2. Kemudian untuk dapat memastikan MOFs yang lebih baik, dilanjutkan dengan analisis hasil karakterisasi yang dilakukan terhadap La-NDC MOFs 120 °C dan 150 °C



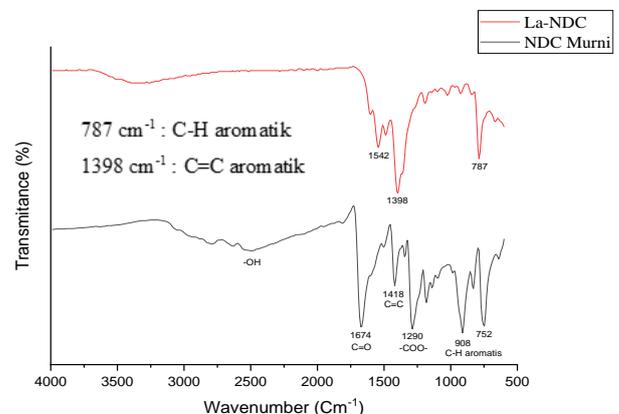
(a) T = 120 °C

(b) T = 150 °C

Gambar 1. Hasil sintesis La-NDC MOFs
Karakterisasi La-NDC MOFs

Karakterisasi FTIR

Padatan La-NDC MOFs yang telah disintesis dengan menggunakan metode solvotermal dianalisa menggunakan instrumen FTIR. Analisa FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi dari masing-masing La-NDC dan dibandingkan dengan gugus fungsi yang terdapat pada NDC murni. Analisa ini dilakukan pada rentang bilangan gelombang 4000-500 cm^{-1} . Adapun hasil analisis FTIR adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Spektra IR La-NDC dan NDC Murni

Pada hasil sintesis La-NDC MOFs muncul serapan pada bilangan gelombang 1542 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya

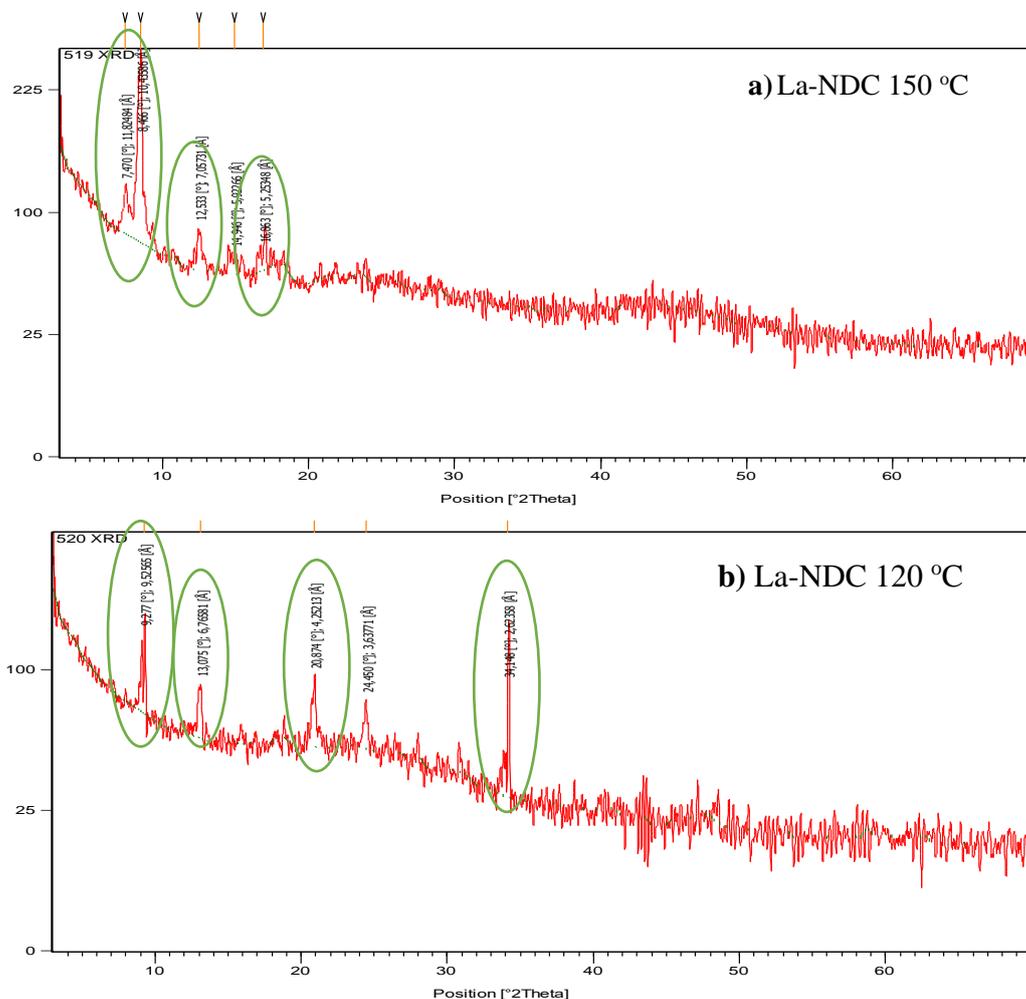
gugus C=O karbonil. Serapan pada bilangan gelombang 1398 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya gugus C=C aromatik, dan muncul serapan pada bilangan gelombang 787 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya gugus C-H aromatik yang muncul pada daerah *fingerpront* NDC. Hal ini menunjukkan bahwa gugus aromatik dari ligan NDC masih terjaga yang kemudian berfungsi sebagai *linker* pada jaringan MOFs yang terbentuk.

MOFs merupakan material anorganik-organik hibrida yang terdiri dari ion logam atau gugus saling berhubungan oleh berbagai macam ligan/senyawa organik [10]. Pada penelitian ini logam yang digunakan adalah Lantanum sedangkan ligannya yaitu NDC. Pada Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa vibrasi –OH disekitar

bilangan gelombang 2500 cm^{-1} intensitasnya berkurang. Pengurangan intensitas vibrasi –OH ini dapat diartikan bahwa telah terbentuknya ikatan antara ion logam Lantanum (La^{2+}) dengan ligannya. Ikatan yang terjadi yaitu penggantian atom H dengan atom dari ion logam Lantanum pada gugus karboksilat yang ada pada ligan NDC. Ikatan ini dapat terjadi karena atom O bersifat elektronegatif sedangkan ion logam Lantanum bersifat elektropositif.

Karakterisasi X-Ray Diffraction (XRD)

Analisis XRD dilakukan untuk menentukan kiralinitas dari La-NDC MOFs yang disintesis. Hasil karakterisasi dengan instrumen XRD dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Difraktogram dari La-NDC MOFs

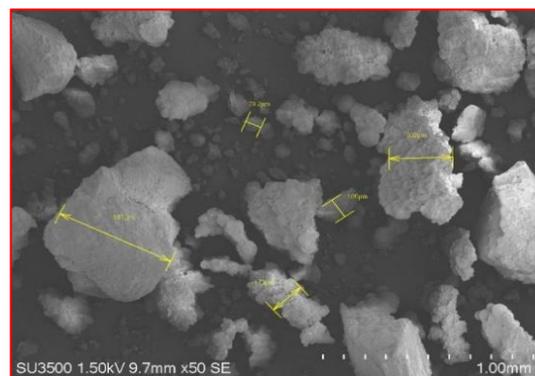
Hasil karakterisasi XRD dari La-NDC MOFs 150 °C menunjukkan puncak yang tajam dengan intensitas tinggi pada 8,4° dan ada beberapa puncak lain dengan intensitas sedang. Pada La-NDC MOFs 120 °C juga terdapat beberapa puncak yang tajam dengan intensitas cukup tinggi, hal ini menunjukkan bahwa MOFs yang telah disintesis memiliki kristalinitas yang baik. Hasil penelitian ini dibandingkan dengan penelitian [11] yang telah berhasil mensintesis La-NDC MOFs dengan kristalinitas yang tinggi ditunjukkan dengan adanya puncak-puncak yang tajam dan intensitas tinggi pada 8,19°, 11,20°, 16,64°, 22,61°, dan 33,29°. Pada penelitian ini, dari kedua La-NDC MOFs yang dianalisis masih ditemukan puncak-puncak lainnya yang menandakan MOFs yang telah disintesis masih mengandung pengotor yang bersifat kristal. Pengotor-pengotor ini kemungkinan berasal dari pelarut yang ikut bereaksi dengan ion logam Lantanum atau juga berasal dari reaktan yang tersisa.

Karakterisasi *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Karakterisasi menggunakan SEM digunakan untuk menganalisis morfologi MOFs diantaranya struktur topografi permukaan, ukuran butiran, cacat struktural dan komposisi pencemaran suatu bahan. Hasil analisis La-NDC MOFs pada penelitian ini dibandingkan dengan penelitian [12].

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa morfologi La-NDC MOFs yang telah disintesis berbentuk seperti bebatuan yang tidak beraturan dengan diameter berkisar antara 73 µm sampai 581 µm. Sedangkan berdasarkan [12] La-NDC MOFs terlihat seperti batang dengan diameter berkisar antara 1–20 µm. Perbedaan morfologi ini dapat disebabkan beberapa faktor, salah satunya karena perbedaan pelarut yang digunakan saat

sintesis. Pada penelitian ini menggunakan pelarut *N-N-dimethylacetamide* (DMA) sedangkan pada penelitian [12] menggunakan *dimethylformamide* (DMF) sebagai pelarut untuk mensintesis La-NDC MOFs. Ukuran kristal yang tidak beraturan yang terlihat pada penelitian ini dapat disebabkan karena masih terdapat pengotor yang menempel pada MOFs yang disintesis. Perbesaran gambar yang digunakan pada penelitian ini yaitu x50 SE sedangkan pada penelitian [12] menggunakan perbesaran x700 SE, sehingga morfologi dari MOFs yang telah berhasil disintesis kurang terlihat dengan jelas.



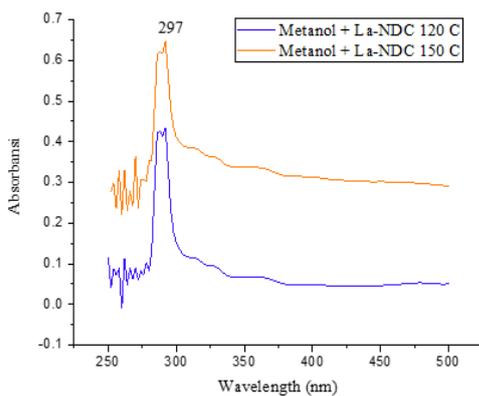
Gambar 4. Morfologi La-NDC MOFs

Respon Elektronik La-NDC

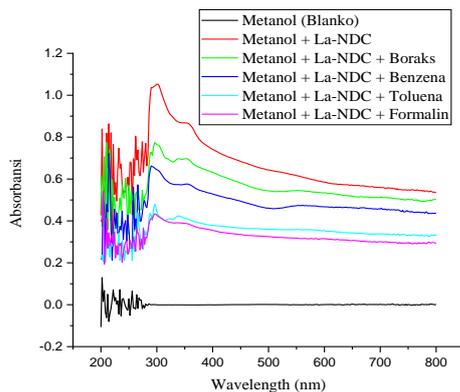
Respon elektronik La-NDC MOFs dianalisis dengan menggunakan instrumen spektrofotometer Genesys pada rentang panjang gelombang 200-800 nm. Uji respon elektronik ini bertujuan untuk menyelidiki potensi La-NDC MOFs sebagai sensor.

Berdasarkan Gambar 5 dapat diketahui bahwa serapan maksimum dari La-NDC MOFs ini terletak pada sekitar panjang gelombang 297 nm. Nilai absorbansi tertinggi dihasilkan oleh La-NDC MOFs dengan suhu sintesis 150 °C, diikuti dengan La-NDC MOFs suhu sintesis 120 °C. La-NDC MOFs dengan suhu sintesis 150 °C kemudian dipakai untuk diuji respon elektroniknya dengan beberapa analit.

Respon elektronik La-NDC MOFs dengan beberapa analit yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.9. Besarnya intensitas serapan cahaya UV dan *visible* pada spektrofotometer UV-Vis dijelaskan dalam hukum Lambert-Beer. Hukum Lambert-Beer menyatakan “Jumlah radiasi cahaya tampak yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan [13].

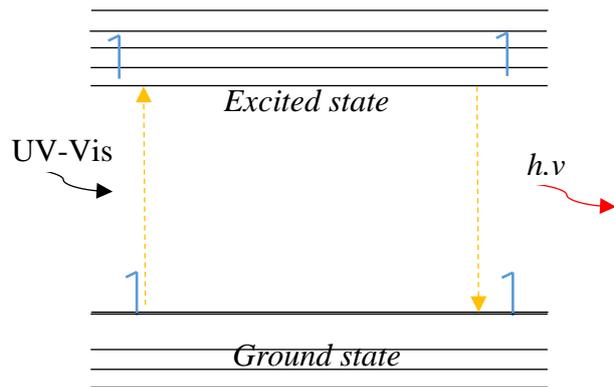


Gambar 5. Penentuan panjang gelombang optimum La-NDC MOFs



Gambar 6. Spektra UV-Vis beberapa analit

Pada Gambar 6 dapat diamati bahwa terjadi penurunan nilai absorbansi pada La-NDC MOFs ketika ditambahkan analit kedalamnya. Berkurangnya absorbansi terjadi karena berkurangnya kejadian eksitasi elektron-elektron akibat dari penambahan analit kedalamnya.



Gambar 7. Ilustrasi transisi elektron La-NDC ketika diberi sinar UV-Vis

Ilustrasi pada Gambar 7 menunjukkan proses terjadinya perpindahan (transisi) elektron yang terdapat pada La-NDC MOFs. Penurunan nilai absorbansi pada La-NDC MOFs disebabkan adanya interaksi antara La-NDC MOFs dengan molekul analit yang ditambahkan. Interaksi ini mengakibatkan berkurangnya kejadian eksitasi dan relaksasi yang terjadi pada elektron La-NDC MOFs dibandingkan ketika belum ditambahkan analit. Energi foton yang dihasilkan dinyatakan dengan besaran $h.v$ dalam persamaan hukum Planck [14].

Spektra yang dihasilkan oleh La-NDC MOFs dengan beberapa analit tidak menunjukkan adanya aktivitas sebagai sensor yang spesifik. Empat analit yang diujikan memberikan bentuk spektra yang identik satu sama lain serta tidak menunjukkan adanya puncak-puncak baru pada analisisnya. Penurunan absorbansi menunjukkan adanya interaksi elektronik yang terjadi antara La-NDC MOFs dengan analit tersebut. Interaksi elektronik dapat berupa pembentukan orbital molekul antara La-NDC MOFs dengan senyawa yang ditambahkan, hal ini dapat mengubah tingkat energi elektron pita valensi (pv) dan pita konduksi (pk) pada MOFs.



SIMPULAN

La-NDC MOFs telah berhasil disintesis dengan metode solvotermal dengan menggunakan pelarut DMA dengan variasi suhu 120°C dan 150°C dengan hasil rendemen masing-masing sebesar 70,77 % dan 63,85 %.

Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa ion logam lantanum terkoordinasi dengan ligan NDC membentuk La-NDC MOFs, memiliki kristalinitas yang baik dan memiliki morfologi 2 dimensi yang tidak sama dengan morfologi La-NDC MOFs dari perbandingan yang disebabkan penggunaan pelarut yang berbeda pada penelitian ini, masih terdapatnya pengotor dan perbedaan perbesaran gambar yang diambil.

Respon elektronik La-NDC MOFs terhadap beberapa analit yang digunakan pada penelitian ini berupa penurunan nilai absorbansi dan tidak muncul puncak baru saat ditambahkan analit, dengan demikian menunjukkan bahwa La-NDC MOFs tidak dapat dijadikan sebagai sensor senyawa boraks karena tidak selektif terhadap boraks maupun analit lainnya yang digunakan pada penelitian ini.

SARAN

Untuk mengetahui komposisi unsur-unsur pada La-NDC maka diperlukan karakterisasi SEM yang dikombinasikan dengan *Energy Dispersive X-Ray* (EDX). Pada saat pencucian hasil sintesis sebaiknya juga dilakukan menggunakan DMA agar bisa didapatkan kristal La-NDC MOFs yang lebih murni.

Pada penelitian ini terlihat bahwa La-NDC MOFs memiliki respon elektronik terhadap beberapa analit, akan tetapi La-NDC MOFs hasil sintesis tidak selektif terhadap boraks maupun beberapa analit lainnya yang digunakan dalam penelitian

ini. Analit yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah senyawa boraks. Untuk penelitian yang akan datang La-NDC MOFs disarankan aplikasinya diuji coba ke potensi yang lain salah satunya yaitu sebagai adsorben [15].

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tan, K., Sebastian Zuluaga, Qihan Gong, Pieremanuele Canepa, Hao Wang, Jing Li, Yves J. Chabal, dan Timo Thonhauser. Water reaction mechanism in metal organic frameworks with coordinatively unsaturated metal ions: MOF-74. *Chemistry of Materials*, (2014), 26(23), 6886–6895.
- [2] Kaskel, S. 2016. *The Chemistry of Metal-Organic Frameworks*, 2 Volume Set: *Synthesis, Characterization, and Applications* (Vol. 1). John Wiley & Sons.
- [3] Chen, Y., dan Shengqian Ma. Microporous lanthanide metal-organic frameworks. *Reviews in Inorganic Chemistry*, (2012), 32(2–4), 81–100.
- [4] Cahyadi, W. 2008. Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan. Jakarta: PT. Bumi Aksara. ISBN : 979-526-251-3.
- [5] BPOM. 2018. *Waspada Boraks dan Formalin Bahan Berbahaya Pada Pangan*. Jakarta.
- [6] Cahyaningsih, A.L. Optimasi Konsentrasi Alkohol Pada Larutan Kunyit Untuk Mendeteksi Pewarna Tekstil (Rhodamin-B). *Karya Tulis Ilmiah*. Politeknik Kesehatan Kemenkes Mataram Program Studi DIII Analisis Kesehatan: Mataram. (2016).



- [7] Suseno, Dedy. Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Kandungan Boraks Pada Bakso Menggunakan Kertas Turmerik, FT-IR Spektrometer dan Spektrofotometer Uv-Vis. *Indonesian Journal of Halal*, (2018), 1-9.
- [8] Klein, N., Herbert C. Hoffmann, Amandine Cadiau, Juergen Getzschmann, Martin R. Lohe, Silvia Paasch, Thomas Heydenreich, Karim Adil, Irena Senkovska, Eike Brunner, dan Stefan Kaskel. Structural flexibility and intrinsic dynamics in the M₂(2,6-ndc) 2(dabco) (M = Ni, Cu, Co, Zn) metal-organic frameworks. *Journal of Materials Chemistry*, (2012), 22(20), 10303–10312.
- [9] Nandiyanto, A. B. D. Nano Metal-Organic Framework Particles (i.e. MIL-100(Fe), HKUST-1(Cu), Cu-TPA, and MOF-5(Zn)) using a Solvothermal Process. *Indonesian Journal of Science & Technology*, (2019), 4(2) : 220-228.
- [10] Liu, J., Lianfen Chen, Hao Cui, Jianyong Zhang, Li Zhang, dan Cheng-Yong Su. Applications of metal-organic frameworks in heterogeneous supramolecular catalysis. *Chemical Society Reviews*, (2014), 43(16), 6011–6061.
- [11] Batubara, N. H., dan Agustino Zulys. Synthesis, Structural, Spectroscopic, and Morphology of Metal-Organic Frameworks Based on Ia (III) and Ligand 2,6-Naphthalenedicarboxylic acid (La-MOFs) for Hydrogen Production. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, (2019), 546(4).
- [12] Buhori, A., Agustino Zulys., dan J. Gunlazuardi. Synthesis of Lanthanum metal-organic frameworks (La-MOFs) as degradation photocatalyst of Rhodamine-B. *AIP Conference Proceedings*, (2020), 2242.
- [13] Putri, L. E. Penentuan Konsentrasi Senyawa Berwarna KMnO₄ Dengan Metoda Spektroskopi UV Visible. *Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA dan Pendidikan IPA*, (2017), 3(1), 391-398.
- [14] Ohno, K. 2004. *Terjemahan : Kimia Kuantum oleh Bambang Prijamboedi*. Iwanami Publishing Company. *E-book*.
- [15] Annisaputri, W.A., Anisah, N. Azzah, dan Rafi, D. Wibisono. (2020). Studi Potensi Fotokatalis dari Material Kerangka Logam-Organik (MetalOrganic Framework) untuk Degradasi Zat Pewarna Limbah Batik. *The Indonesian Green Technology Journal*. ISSN. 2355-4010.