



SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA V
"Kontribusi Kimia dan Pendidikan Kimia dalam
Pembangunan Bangsa yang Berkarakter"
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS
Surakarta, 6 April 2013



**MAKALAH
PENDAMPING**

**KIMIA ANORGANIK
(Kode : C-01)**

ISBN : 979363167-8

Pembuatan Membran Rapat $\text{LaCo}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_{3-\delta}$

Nia Nurfitria dan Hamzah Fansuri*

Institut Teknologi Sepuluh Nopember, FMIPA, Surabaya, Indonesia

* Keperluan korespondensi, telepon : 087861228242, email: h.fansuri@chem.its.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan membran rapat oksida perovskit $\text{LaCo}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_{3-\delta}$ (LCN) dengan $0,0 \leq x \leq 1,0$ berdiameter 12 mm. Oksida perovskit LCN berhasil disiapkan dengan metode *solid state* dan proses kalsinasi dua tahap. Kalsinasi tahap pertama dilakukan pada suhu 900 °C selama 2 jam, diikuti oleh kalsinasi tahap kedua pada suhu 1000 °C selama 2 jam. Serbuk LCN yang dihasilkan selanjutnya dibuat menjadi membran dengan cara mencetak membran menggunakan cetakan cetakan *stainless steel* dan tekanan 4 ton dan diikuti oleh sintering pada suhu 1250 °C. Difraktogram sinar-X hasil sintesis menunjukkan bahwa telah terbentuk fasa perovskit tanpa adanya fasa lain pada $x = 0,0; 0,2; 0,4$ (LCN 10100, LCN 1082, LCN 1064). Pada $x=0,6, 0,8, 1,0$, perovskit yang terbentuk tidak murni tetapi tercampur dengan fasa non perovskit seperti NiO , La_2O_3 , Co_3O_4 dan La_2NiO_4 . Munculnya fasa non perovskit ini diperkirakan sebagai akibat suhu dan waktu kalsinasi yang kurang tinggi dan kurang lama. Selanjutnya hanya LCN yang murni yang dibuat menjadi membran dengan tekanan *unaxial* sebesar 4 ton dan diikuti oleh sintering pada suhu 1250°C selama 2 jam. Gambar *Scanning Electron Microscope* (SEM) menunjukkan bahwa pada kondisi sintering yang digunakan masih menghasilkan membran masih berpori. Sintering lebih lanjut pada membran yang dihasilkan selama 5 jam berhasil membuat membran menjadi rapat.

Kata Kunci: *solid state, membran rapat, perovskit*

PENDAHULUAN

Salah satu sumber daya alam yang yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak adalah gas alam. Gas alam diubah dalam bahan bakar berbentuk cair agar pemanfaatannya menjadi lebih luas [1]. Proses pengubahan gas alam menjadi bahan bakar cair dapat

dilakukan dengan cara mengoksidasi hidrokarbon ringan yang terdapat dalam gas alam. Metana adalah hidrokarbon ringan yang paling banyak terdapat di gas alam sehingga fokus beberapa studi dilakukan pada reaksi oksidasi metana [2].

Proses oksidasi metana lebih umum dilakukan secara tidak langsung

dengan proses oksidasi parsial, *steam reforming*, dan *dry reforming*. Proses oksidasi parsial membutuhkan energi yang lebih rendah daripada dua proses lainnya. Kelebihan ini membuat reaksi oksidasi parsial lebih ekonomis dan menguntungkan untuk mengoksidasi metana dalam gas alam [3].

Produk penting dari reaksi oksidasi metana yaitu campuran dari gas hidrogen dan gas karbon monoksida (*Syngas*) digunakan untuk produksi beberapa produk kimia yang penting dalam perkembangan bahan bakar seperti bahan bakar cair dan metanol melalui reaksi Fischer-Tropsch. Reaksi Fischer-Tropsch dapat menghasilkan yield produk yang tinggi jika digunakan *syngas* yang diperoleh dari oksidasi parsial metana menggunakan oksigen murni [4]. Selama ini, oksigen murni yang digunakan untuk produksi *syngas* didapatkan dari proses *cryogenic distillation*. Namun proses ini membutuhkan biaya dan energi yang besar untuk pembangunan pabriknya [5].

Membran penghantar ion oksigen menjadi solusi alternatif penghasil oksigen murni untuk sintesis *syngas* melalui jalur reaksi oksidasi parsial metana. Salah satu jenis membran ini adalah membrane keramik rapat dari oksida perovskit [6]. Oksida perovskit adalah material yang menjanjikan dalam hal ini, karena jumlah oksigen dapat diatur melalui pengaturan komposisi ion-

ion penyusun oksida perovskit. Keunggulan lain yang dimiliki oleh oksida perovskit adalah kemampuannya untuk menurunkan jumlah karbon yang terdeposisi sebagai “coke” yang belum maksimal diturunkan jika digunakan katalis berbahan dasar logam tunggal seperti Ni, dan Co dalam reaksi oksidasi parsial metana [7].

Oksida perovskit tipe LaCoO_3 menjadi material yang menarik untuk digunakan sebagai membran penghantar ion oksigen dalam reaksi oksidasi parsial. Hal ini didasarkan pada konduktivitas ionik dan elektronik ion oksigen yang tinggi [7-9]. Selain itu, stabilitas yang baik selama proses oksidasi parsial dan resistansinya terhadap pembentukan “Coke” juga menjadi keunggulan penggunaan oksida perovskit jenis ini [3].

Kemampuan menghantar ion oksigen oksida perovskit LaCoO_3 dapat ditingkatkan dengan cara substitusi parsial atau total terhadap oksida perovskit. Substitusi parsial ini dapat memodifikasi struktur, mobilitas oksigen kisi, dan sifat reduksi oksidasi yang memberikan pengaruh terhadap kemampuan penghantaran ion oksigen [10]. Kharton dkk, [11] melaporkan hasil modifikasi oksida perovskit LaCoO_3 dengan substitusi Cr^{3+} dan Ni^{2+} pada Co^{3+} sehingga menjadi $\text{LaCo}_{1-x}\text{Cr}_x\text{O}_{3-\delta}$ (LCCr) dan $\text{LaCo}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_{3-\delta}$ (LCNi). Hasil menunjukkan bahwa Nikel dapat meningkatkan konduktivitas elektrik

LaCoO₃, sedangkan Chromium justru menurunkannya. Hal ini sesuai dengan laporan hasil penelitian yang dilakukan oleh Li dkk [8] yang menunjukkan konduktivitas LaCoO₃ meningkat dari $0,4 \times 10^{-4} \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-2}$ menjadi $1,4 \times 10^{-4} \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-2}$ akibat substitusi parsial Ni sebesar 10 % pada Co.

Yuanita [12] melaporkan bahwa oksida perovskit LaCo_{1-x}Ni_xO_{3-δ} dapat disintesis menggunakan metode kopresipitasi dengan variasi $0,0 \leq x \leq 1,0$ dan interval 0,1. Hasil menunjukkan bahwa masih ada fasa non perovskit yang muncul pada variasi x :0,5;0,6;0,7; dan 0,8. Fasa non perovskit ini muncul akibat adanya perbedaan Ksp dari masing-masing prekursor sehingga mol nya tidak tepat sama. Penelitian selanjutnya oleh Fauzitudin, Hanifah, dan Wulandari [13-15] melaporkan bahwa metode *solid state* dapat mengurangi fasa-fasa non perovskit ini karena mol zat yang bereaksi dapat ditambahkan secara tepat. Oleh karena itu, metode *solid state* digunakan untuk sintesis LaCo_{1-x}Ni_xO_{3-δ} dalam penelitian ini.

Pembuatan membran rapat perovskit pada penelitian sebelumnya oleh Fauzitudin dan Wulandari [13,14], dibuat dengan diameter 55 cm. Namun hasil menunjukkan membran yang kurang dense dan mudah retak jika tidak digunakan binder. Oleh karena itu, membran rapat oksida perovskit LaCo_{1-x}Ni_xO_{3-δ} dalam penelitian ini dibuat

dengan ukuran 1,2 cm tanpa menggunakan binder.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan preparasi dan karakterisasi. Peralatan preparasi meliputi spatula besi, krusibel porselin, mortar porselin, neraca analitik, *muffle furnace*, dan cetakan membran beserta alat presnya. Peralatan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk La(III) oksida (La₂O₃, Aldrich, >99,9%), Co(II),(III)oksida (Co₃O₄, Aldrich), Ni(II) oksida (NiO, Aldrich, > 99%).

Sintesis oksida perovskit LaCo_{1-x}Ni_xO_{3-δ} dan pembuatan membran

Sintesis oksida perovskit LaCo_{1-x}Ni_xO_{3-δ} pada penelitian ini menggunakan 5 variasi komposisi sesuai perbandingan mol nya, yaitu $0,0 \leq x \leq 1,0$. Serbuk oksida yang telah ditimbang sesuai perbandingan mol nya kemudian dicampur. Campuran kemudian diaduk dalam mortar porselen sampai menghasilkan serbuk yang homogeny.

Serbuk homogen untuk semua komposisi kemudian dikalsinasi tahap pertama pada suhu 900°C selama 2 jam, diikuti kalsinasi tahap kedua pada suhu 1000°C. Serbuk LCN yang telah disintesis kemudian dikarakterisasi

menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui fasa-fasa yang ada dalam serbuk hasil sintesis. Selanjutnya hanya LCN yang murni mempunyai fasa oksida perovskit yang dibentuk menjadi membran. Pembuatan membran ini dilakukan menggunakan metode tekanan *unaxial* sebesar 4 ton kemudian diikuti sintering pada suhu 1250°C.

Karakterisasi Membran Perovskit $\text{LaCo}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_{3-\delta}$

Membran perovskit yang telah dibuat kemudian dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Hasil yang didapatkan adalah mikrograf SEM yang dipilih sesuai dengan kebutuhan. Mikrograf ini diharapkan dapat menjelaskan kerapatan, topografi, dan ciri-ciri permukaan membran yang telah disintesis.

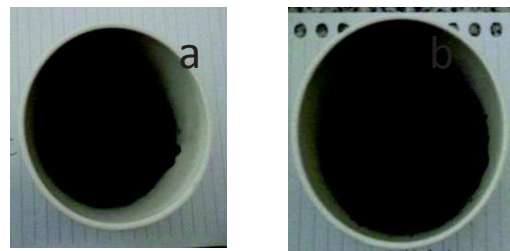
HASIL DAN PEMBAHASAN

Oksida Perovskit $\text{LaCo}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_{3-\delta}$

Oksida perovskit $\text{LaCo}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_{3-\delta}$ dengan $(0,0 \leq x \leq 1,0)$ telah berhasil disintesis menggunakan metode *solid state*. Metode ini dipilih agar stoikhiometri oksida perovskit yang disintesis sesuai dengan yang diharapkan dan mempunyai fase non perovskit dengan jumlah yang sedikit. Oleh karena itu, metode ini menggunakan prekursor berupa oksida-oksida logam dengan kemurnian tinggi.

Suhu tinggi diperlukan karena metode yang digunakan dalam

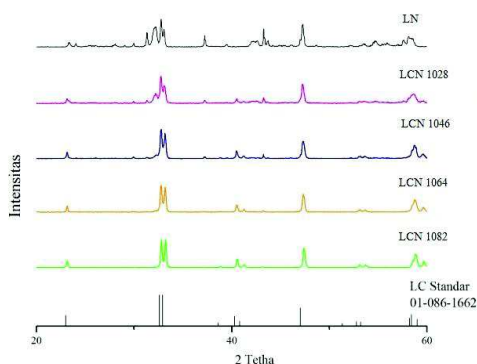
penelitian ini adalah *solid state*. Suhu tinggi yang digunakan mengacu penelitian yang telah dilaporkan sebelumnya oleh Kharton dkk. [11] dan Li dkk. [8] Kalsinasi ini dilakukan untuk mereaksikan oksida-oksida logam prekursor agar membentuk struktur perovskit. Hasil kalsinasi berupa serbuk berwarna hitam untuk semua beberapa komposisi yang dapat dilihat pada gambar 1. Serbuk yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi menggunakan XRD.



Gambar 1. Serbuk oksida perovskit hasil sintesis a). $\text{LaCoO}_{3-\delta}$ b). $\text{LaCo}_{0,6}\text{Ni}_{0,4}\text{O}_{3-\delta}$.

X-Ray Diffraction (XRD)

XRD dilakukan untuk penentuan fasa-fasa pada oksida perovskit yang telah disintesis sebelumnya. Difraktogram oksida perovskit untuk semua komposisi yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 2.



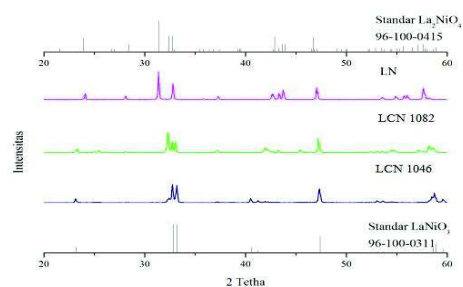
Gambar 2. Difraktogram oksida perovskit hasil sintesis (kalsinasi 1000°C selama 2 jam).

Pengaruh substitusi Ni pada Co dapat dilihat dari intensitas puncak pada difraktogram yang diperoleh. Semakin banyak nikel yang disubstitusikan, maka intensitas puncak-puncak oksida perovskit akan semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa substitusi Ni pada Co dapat menyebabkan perubahan struktur kristal pada oksida perovskit dari kubus menjadi terdistorsi rhombohedral sesuai dengan penelitian Kharton dkk. pada tahun 1998.

Pada gambar 2 terlihat bahwa oksida perovskit $\text{LaCoO}_{3-\delta}$ yang disintesis memiliki pola difraksi yang sesuai untuk $\text{LaCoO}_{3-\delta}$ berdasarkan hasil search and match dengan standar di PDF-Card. Hasil search and match menunjukkan bahwa pola difraksi oksida perovskit $\text{LaCoO}_{3-\delta}$ mempunyai sudut-sudut khas yang dimiliki oleh oksida perovskit $\text{LaCoO}_{3-\delta}$ berdasarkan JCPDS No. 25-1060 yaitu pada 2 tetha 23°, 32°, 33°, 38°, 40°, 41°, 47°, 53°, dan 59° [16].

Hal yang serupa ditunjukkan oleh oksida perovskit $\text{LaCo}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_{3-\delta}$ dengan $x : 0,2$ dan $0,4$. Difraktogram komposisi ini tidak menunjukkan fasa lain selain oksida perovskit. Hal ini didasarkan pada referensi yang ada bahwa difraktogram $\text{LaCoO}_{3-\delta}$ yang disubstitusi Ni sampai dengan 40% pada situs B akan sama seperti difraktogram $\text{LaCoO}_{3-\delta}$ [3]. Fasa lain mulai muncul pada substitusi Co dengan Ni lebih dari 40%. Fasa fasa lain yang muncul adalah oksida NiO dan La_2O_3 yang merupakan prekursor dan fasa baru lainnya yang muncul yaitu La_2NiO_4 .

Adanya puncak XRD dari prekursor yang belum bereaksi menunjukkan bahwa reaksi *solid state* belum berjalan sempurna. Oleh karena itu dilakukan lagi kalsinasi pada suhu 1250°C selama 4 jam sesuai dengan penelitian yang dipublikasikan oleh Kharton dkk. [11]. Setelah kalsinasi, sampel kemudian didifraksi sinar X kembali dan hasilnya ada pada gambar 3.



Gambar 3. Difraktogram oksida perovskit hasil sintesis (kalsinasi 1250°C selama 4 jam).

Gambar 3 menunjukkan bahwa oksida perovskit LCN 1046 telah terbentuk tanpa adanya puncak

prekursor yaitu NiO pada 2 tetha 37° dan 43°. Difraktogram oksida perovskit yang lainnya LCN 1028 dan LN tidak menunjukkan puncak khas yang dimiliki oleh oksida perovskit, namun mendekati puncak khas yang dimiliki oleh La₂NiO₄. Fasa ini terbentuk karena Ni yang ada dalam komposisi oksida perovskit LN mulai pada suhu 1000°C menjadi fasa baru non perovskit yang dalam penelitian ini yaitu La₂NiO₄. Perilaku yang sama ditunjukkan oleh Ni yang ada dalam oksida perovskit LCN 1028. Hal ini disebabkan karena adanya Ni yang mensubstitusi Co jumlahnya cukup tinggi yaitu 80%.

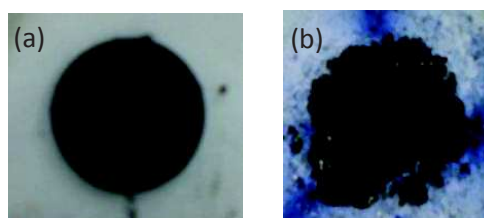
Fasa lain muncul karena suhu kalsinasi kurang tinggi. Prekursor yang digunakan dalam penelitian ini adalah oksida, yang membutuhkan suhu tinggi untuk bereaksi. Menurut penelitian Norman dan Morris [17], La₂O₃ dan NiO yang digunakan sebagai prekursor pembentuk oksida perovskit hanya dapat bereaksi pada suhu > 1500°C. Hal ini sesuai dengan fenomena yang terjadi pada dua komposisi oksida perovskit yang disintesis dalam penelitian ini yaitu LCN 1028 dan LN. Kedua komposisi ini menggunakan La₂O₃ dan NiO sebagai prekursor dengan jumlah terbesar.

Membran Rapat Perovskit

LaCo_{1-x}Ni_xO_{3-δ}

Oksida perovskit yang telah berhasil disintesis kemudian dibentuk membran dengan cetakan membran

yang berdiameter 10 mm. Pembuatan membran dilakukan dengan cara pemberian tekanan *unaxial* sebesar 4 ton dengan penahanan tekanan selama 15 menit. Membran yang terbentuk kemudian disintering pada suhu 1250°C selama 2 jam. Kenaikan suhu sintering sebesar 3°C/menit agar membran tidak pecah dan mengalami *shrinkage* (penyusutan) yang besar. Perbedaan Green body membran sebelum sintering dan setelah sintering dapat dilihat pada gambar 4.

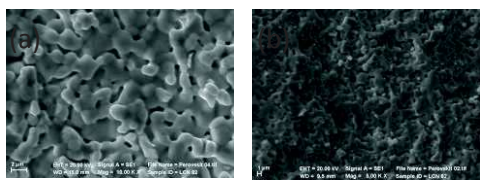


Gambar 4 Green body membran (a). Sebelum sintering dan (b). Setelah sintering

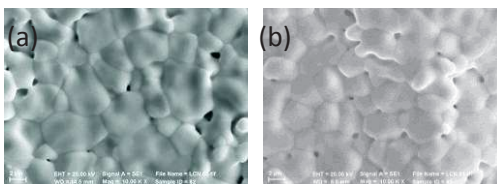
Membran yang terbentuk dengan suhu sinterin 1250°C selama 2 jam kemudian diuji kerapatannya menggunakan tetesan air. Hasil yang didapatkan yaitu membran telah rapat yang dibuktikan dengan tidak merembesnya air ke dalam membran.

Membran yang telah diuji menggunakan tetes air kemudian dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscope* EDX (SEM-EDX) untuk mengetahui morfologi permukaan membran yang terbentuk beserta komposisi unsur yang ada di dalam membran. SEM dilakukan pada

permukaan dan penampang lintang membran, sedangkan EDX diambil pada salah satu titik pada permukaan membran. Morfologi permukaan yang diharapkan dalam penelitian ini adalah rapat tanpa pori. Gambar SEM pada gambar 5 untuk membran yang dikalsinasi pada suhu 1250°C selama 2 jam menunjukkan masih adanya pori-pori yang menunjukkan bahwa membran belum rapat. Namun hasil EDX menunjukkan bahwa komposisi telah sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 5. Gambar SEM membran dengan kalsinasi 1250°C selama 2 jam (a). Permukaan dan (b). Penampang lintang



Gambar 6. Gambar SEM membran dengan kalsinasi 1250°C selama 9 jam (a). Permukaan dan (b). Penampang lintang

Membran yang belum rapat dapat disebabkan karena suhu sintering yang kurang tinggi atau waktu sintering yang kurang lama. Oleh karena itu, dilakukan sintering lanjutan pada suhu 1250°C selama 5 jam ke kemudian di karakterisasi lagi menggunakan SEM. Hasil yang rapat sudah ditunjukkan dari

hasil karakterisasi yang dapat dilihat pada gambar 6.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh pada penelitian ini adalah suhu dan waktu kalsinasi berpengaruh terhadap pembentukan oksida perovskit $\text{LaCo}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_{3-\delta}$ pada variasi mol yang berbeda. Suhu dan waktu sintering juga mempengaruhi pembentukan membran rapat $\text{LaCo}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_{3-\delta}$. Namun pengaruh substitusi dan kerapatan belum dapat diketahui karena karakterisasi SEM belum dilakukan untuk semua variasi mol $\text{LaCo}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_{3-\delta}$ yang disintesis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada bapak Hamzah Fansuri Ph.D yang dengan sabar membimbing dan mengajari penulis. Terimakasih untuk dian, mas, анги, nib, tika, hana, diela, huda, yang setia menemani penulis.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Utaka, T., Al-Drees, S.A., Iwasa, Y., Takeguchi, T., Kikuchi, R., Eguchi, K., 2003, *Partial oxidation over Ni catalyst based on hexaaliminate*, *Applied Catalysis A: General*, 247, 125-131.
- [2] Balachandran, U., Dusek, J.T., Mieville, R.L., Poeppel, R.B., Kleefisch, M.S., Pei, S., Kobylnski, T.P., Udovich, C.A.,

- Bose, A.C., 1995, *Dense ceramic membranes for partial oxidation of methane to syngas*, *Applied Catalysis A: General*, 133, 19-29.
- [3] Valderrama, G., Kiennemann, A., Goldwasser, M.R., 2008, *Dry reforming of CH₄ over solid solutions of LaNi_{1-x}Co_xO₃*, *Catalysis Today*, 133-135, 142-148.
- [4] Xiaoping D., Changchun Y., Ranjia, L., Qiong, W., Kaijiao, S., Zhengping, H., 2008, *Effect of calcination temperature and reaction conditions on methane partial oxidation using lanthanum-based perovskites as oxygen donor*, *Journal of Rare Earths*, 26 No.3, 341.
- [5] Wei, H.J., Cao, Y., Ji, W.J., Au, C.T., 2008, Lattice oxygen of La_{1-x}Sr_xMO₃ (M=Mn, Ni) and LaMnO_{3-α}F_β perovskite oxides for the partial oxidation of methane to synthesis gas, *Catalysis Communication*, 9, 2509-2514.
- [6] Xinfa, D., Heng, Z., Weiming, L., 2008, Preparation and characterization of a perovskite-type mixed conducting SrFe_{0.6}Cu_{0.3}Ti_{0.1}O_{3-δ} membrane for partial oxidation of methane to syngas, *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 16(3), 411-415.
- [7] Silva, C.R.B., Conceicao, L., Ribeiro, N.F.P. Souza, M.M.V.M., 2011, Partial oxidation of methane over Ni-Co perovskite catalysts, *Catalysis Communications*, 12, 665-668.
- [8] Li, F., Li, J., 2011, Effect of Ni substitution on electrical and thermoelectric properties of LaCoO₃ ceramics, *Ceramics International*, 37, 105-110.
- [9] Wang, F., Yan, D., Zhang, W., Chi, B., Pu, J., Jian, L., 2012, LaCo_{0.6}Ni_{0.4}O_{3-δ} as cathode contact material for intermediate temperature solid oxide fuel cells, *International Journal of Hydrogen Energy*, 30, 1-6.
- [10] Pena, M.A., and Fierro, J.L.G., 2001, Chemical structure and performance of perovskite oxides, *Chemical Reviews*, 101, 142-148.
- [11] Kharton, V.V., Kovalevsky, A.V., Tikhonovich, V.N., Naumovich, E.N., Viskup, A.P., 1998, Mixed electronic and ionic conductivity of LaCo(M)O₃ (M= Ga, Cr, Fe, or Ni) II. Oxygen permeation through Cr- and Ni-substituted LaCoO₃, *Solid State Ionics*, 110, 53-60.
- [12] Yuanita, I.F., Fansuri, H., 2011, *Sintesis dan karakterisasi oksida perovskit LaCo_{1-x}Ni_xO_{3-δ}*, Skripsi Jurusan Kimia FMIPA ITS, Surabaya.

- [13] Wulandari, E., Fansuri, H., 2012, *Pembuatan membran keramik $La_{1-x}Sr_xCo_{0.8}Fe_{0.2}O_{3-\delta}$ ($0,0 \leq x \leq 0,4$)*, Skripsi Jurusan Kimia FMIPA ITS, Surabaya.
- [14] Fauzudin, R., Fansuri, H., 2012, *Pembuatan membran keramik $La_{0.7}Sr_{0.3}Co_yFe_{1-y}O_{3-\delta}$ ($0,6 \leq y \leq 1,0$)*, Skripsi Jurusan Kimia FMIPA ITS, Surabaya.
- [15] Hanifah, N., Fansuri, H., 2012, *Pembuatan membran perovskit keramik $La_{0.7}Sr_{0.3}Co_{0.8}Fe_{0.2}O_{3-\delta}$ berbentuk tabung*, Skripsi Jurusan Kimia FMIPA ITS, Surabaya.
- [16] Daungdaw, S., 2009, *Preparation of $LaCoO_3$ perovskite for Co gas sensor*, Thesis approval Kasetsart University, Thailand.
- [17] Norman, A.K., Morris, M.A., 1999, *The preparation of single-phase perovskite $LaNiO_3$* , *Journal of Materials Technology*, 92-93, 91-96.

TANYA JAWAB

Nama Penanya : Zainus Salimin

Nama Pemakalah : Nia Nurfitri

Pertanyaan : Uji karakteristik apa yang telah dilakukan terhadap hasil membran, parameter pengujian apa dan dinyatakan terbaik pada nilai parameter standar berapa?

Jawaban : Uji karakteristik membran masih pada tahap uji kerapatan membran menggunakan scanning electron microscope, karena membran yang disintesis akan digunakan untuk reaksi oksidasi parsial metana yang membutuhkan konduktivitas elektron dan ionik yang tinggi agar jumlah oksigen yang dihantarkan dapat digunakan dengan maksimal.

Uji karakteristik yang selanjutnya akan digunakan adalah pengujian fluks oksigen untuk mengetahui efektifitas membran ini sebagai pengantra ion oksigen untuk reaksi oksidasi parsial metanaa sehingga metanol ataupun syngas.

Nama Penanya : Suharto

Pertanyaan : mengapa proses kalsinasi dilakukan 2 kali pada temperature 1000°C dan 900°C?

Jawaban :

- 900°C digunakan untuk kalsinasi tahap awal agar pengotor-pengotor yang mungkin ada dapat dihilangkan dan laju pemanasannya diatur agar dapat dihilangkan dengan baik pengotornya.
- 1000°C digunakan agar reaksi solid state dalam pembentukan oksida perovskit ini dapat berjalan sempurna.