

STUDI SINTESIS KALIKSARENA MELALUI REAKSI SUBSTITUSI ELEKTROFILIK AROMATIK ANTARA 1,3- DIMETOKSIBENZENADENGAN *p*-ANISALDEHIDA

Mufida Setiyani Wahid dan Suryadi Budi Utomo

Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No. 36A, Surakarta, Jawa Tengah 57126, Indonesia

* Untuk korespondensi: e-mail penulis : sbukim98@yahoo.com atau sbukim98@staff.uns.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mensintesis kaliksarena dari 1,3-dimetoksibenzena dengan *p*-anisaldehida pada suasana asam, (2) mengetahui reaksi yang terlibat pada sintesis senyawa kaliksarena dari 1,3-dimetoksibenzena dan *p*-anisaldehida dalam suasana asam, (3) mengetahui sifat fisika dan rendemen hasil sintesis dari 1,3-dimetoksibenzena dan *p*-anisaldehida dalam suasana asam, dan (4) mengidentifikasi senyawa hasil sintesis dari 1,3-dimetoksibenzena dan *p*-anisaldehida dalam suasana asam. Sintesis berhasil dilakukan dalam satu tahap, yaitu memanaskan 1,3-dimetoksibenzena dan *p*-anisaldehida dengan katalis asam tanpa pelarut melalui reaksi substitusi elektrofilik aromatik. Hasil sintesisnya dapat larut dalam aseton, diklorometana, serta tidak larut dalam metanol dan etanol. Senyawa ini berupa gel, berwarna putih kekuningan, dan tidak berbau dengan berat molekul 1048,184 g/mol dan rendemen 31,5%. Berdasarkan spektra spektroskopi UV-Vis, λ_{max} senyawa yang disintesis memiliki λ_{max} yang berbeda dengan reaktannya. Hal tersebut menandakan bahwa sudah terbentuk senyawa baru. Kemudian, spektra FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi C=C aromatis, C-O, dan -CH₃. Oleh karena itu, senyawa yang disintesis adalah C-4-metoksifenil-(4,6,10,12,16,18,22,24-oktametoksi)kaliks[4]arena.

Kata kunci: 1,3-dimetoksibenzena, *p*-anisaldehida, reaksi substitusi elektrofilik aromatik, Kaliksarena

ABSTRACT

This study aims to (1) synthesize calixarene from 1,3-dimethoxybenzene with *p*-anisaldehyde in an acidic atmosphere, (2) find out the reaction involved in the synthesis of calixarene compounds from 1,3-dimethoxybenzene and *p*-anisaldehyde in acidic conditions, (3) know the physical properties and yield of the synthesis of 1,3-dimethoxybenzene and *p*-anisaldehyde in an acidic atmosphere, and (4) identify the compound of the synthesis of 1,3-dimethoxybenzene and *p*-anisaldehyde in an acidic atmosphere. The synthesis was successfully carried out in one step, namely heating 1,3-dimethoxybenzene and *p*-anisaldehyde with an acidic catalyst without a solvent through an aromatic electrophilic substitution reaction. The resulting synthesis can be dissolved in acetone, dichloromethane, and insoluble in methanol and ethanol. This compound is a gel, yellowish white, and odorless with a molecular weight of 1048.184 g/mol and a yield of 31.5%. Based on UV-Vis spectroscopy, λ_{max} of the synthesized compound has a λ_{max} that is different from the reactants. This indicates that new compounds have been formed. Then, FTIR spectra showed the presence of functional groups C=C aromatic, C-O, and -CH₃. Therefore, the compound synthesized was C-4-methoxyphenyl-(4,6,10,12,16,18,22,24-octamethoxy)calix[4]arene.

Key word: 1,3-dimethoxybenzene, *p*-anisaldehyde, aromatic electrophilic substitution reaction, Calixarene

PENDAHULUAN

Kaliksarena adalah kelompok senyawa oligomer sintetik yang mempunyai cincin aromatis yang dihubungkan dengan jembatan metilen [1]. Senyawa ini memiliki struktur berongga seperti jambangan bunga yang memiliki kemampuan kuat menjadi ligan, ekstraktan, adsorben, maupun ionofor untuk kation-kation logam [2] sehingga lebih efektif menjadi pengompleks ionion logam golongan alkali dan alkali tanah [3].

Kaliksarena ini dapat disintesis dari fenol tersubstitusi para melalui reaksi dengan paraformaldehida dalam suasana basa [1]. Turunan fenol yang telah digunakan untuk pembuatan kaliksarena adalah *p-tert*-butilfenol [4]. *p*-Alkilfenol juga telah digunakan dalam sintesis kaliksarena [5]. *p*-alkilfenol tersebut direaksikan dengan formaldehida dalam suasana basa dan menghasilkan siklis[1,1,1,1]metasiklofames atau kaliksarena. Selain dalam suasana basa, kaliksarena juga dapat disintesis dalam suasana asam dengan bahan awal yang biasa digunakan adalah resorsinol. Pada penelitian sebelumnya, kaliksarena telah disintesis dari resorsinol dan beberapa variasi aldehida seperti heptanal [6] dan dodekanal [7] dengan katalis HCl melalui reaksi kondensasi.

Penelitian lain menyebutkan bahwa kaliksarena dapat disintesis dari resorsinol dan 2,4,5-trimetoksibenzaldehid [8]. Ada pula penelitian lain yang menggunakan aldehida sebagai bahan baku untuk mensintesis kaliksarena [9]. Penelitian tersebut mensintesis kaliksarena dari 1,3-dimetoksibenzena dan formaldehida

dengan katalis asam. Formaldehida merupakan senyawa aldehida yang lebih reaktif daripada aldehida lainnya dengan rumus kimia H_2CO . Keberhasilan sintesis kaliksarena menggunakan senyawa aldehida dan benzena tersebut member peluang untuk mensintesis kaliksarena dengan senyawa aldehida lainnya dengan senyawa 1,3-dimetoksibenzena. Senyawa aldehida yang dimaksud adalah 4-metoksibenzaldehida atau *p*-anisaldehida.

Berdasarkan hipotesis yang menyatakan bahwa senyawa aldehida merupakan salah satu bahan baku untuk mensintesis kaliksarena yang berperan dalam penyelesaian permasalahan industri, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang studi reaksi aldehida dan benzena dalam suasana asam. Pada penelitian ini, aldehida yang digunakan adalah *p*-anisaldehida. Sementara itu, benzena yang digunakan adalah 1,3-dimetoksibenzena. Reaksi yang mungkin terjadi antara kedua senyawa tersebut dalam suasana asam adalah reaksi substitusi elektrofilik aromatik

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi seperangkat alat refluks, viskometer Ostwald dan peralatan gelas lainnya. Peralatan utama antara lain spektrofotometer FT-IR dan UV-Vis. Sedangkan bahan penelitian meliputi 1,3-dimetoksibenzena, *p*-anisaldehida, HCl, Na_2SO_4 anhidrat, diklorometana, metanol, etanol, dan aseton

Prosedur Kerja

Larutan 1,3-dimetoksibenzena sebanyak 49,94 mmol dimasukkan ke dalam labu alas bulatleher dua. Lalu, ditambahkan 49,94 mmol 4-metoksibenzaldehid dan 1 ml HCl 37% ke dalam labu alas bulat leher dua tersebut. Selanjutnya, merangkai alat pemanasan. Campuran diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* di atas *hotplate* hingga campuran homogen. Campuran dipanaskan tanpa pelarut di atas penangas minyak pada suhu 100°C hingga terjadi perubahan warna (± 2 jam). Kemudian, campuran didinginkan hingga suhunya mendekati suhu kamar. Langkah selanjutnya adalah menguji campuran tersebut dengan kromatografi lapis tipis. Campuran juga dinetralkan dengan cara melarutkannya dalam akuades, kemudian digojog dengan corong pisah. Campuran ditambahkan Na_2SO_4 anhidrat secukupnya hingga kadar air dalam campuran berkurang. Lalu, sampel diidentifikasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan FTIR. Jika diperlukan, maka bisa dilakukan identifikasi kembali dengan perlakuan tertentu. Langkah terakhir adalah mengidentifikasi berat molekul sampel menggunakan viskometer Ostwald.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Sintesis Senyawa Kaliksarena dari 1,3-Dimetoksibenzena dan *p*-Anisaldehyda dalam Suasana Asam

Prosedur kerja yang pertama pada penelitian ini adalah memasukkan bahan baku 1,3-dimetoksibenzena sebanyak 49,94 mmol ke dalam labu alas bulat leher dua dan ditambah 49,94 mmol *p*-anisaldehyda serta 1 ml HCl

37%. Selanjutnya, merangkai alat pemanasan. Lalu, larutan di dalam labu alas bulatleher dua diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Penambahan HCl 37% bertujuan untuk membuat suasana asam selama reaksi karena sintesis kaliksarena berlangsung dalam suasana asam maupun basa. Campuran tersebut dipanaskan selama 2 jam dengan menggunakan penangas minyak. Dalam memanaskan campuran digunakan penangas minyak karena minyak mampu mempertahankan panas dibandingkan air. Suhu reaksi distabilkan pada suhu 100°C, yaitu sesuai dengan titik didih bahan baku yang digunakan. Setelah proses pemanasan, campuran berubah warna menjadi ungu tua. Selanjutnya, campuran ungu tua tersebut didinginkan dalam suhu ruang.

Campuran yang sudah dingin akan diuji KLT (Kromatografi Lapis Tipis). Tujuan dari uji KLT adalah untuk mengetahui bahwa campuran tersebut sudah tidak bereaksi lagi atau reaksi sudah selesai. Reaksi telah selesai ditandai dengan bercak produk dan reaktan pada lapis tipis berada pada titik yang berbeda. Eluen yang digunakan dalam uji KLT ini adalah diklorometana dan etilasetat dengan perbandingan 9:1 (0,9 mL diklorometana:0,1 mL etilasetat). Hasil uji KLT dilihat di bawah sinar inframerah, di mana satu lembar KLT berisi tetesan larutan 1,3-dimetoksibenzena, *p*-anisaldehyda, dan campuran hasil pemanasan. Hasil yang didapatkan, yaitu bercak antara ketiga sampel berada pada

titik yang berbeda. Hal ini berarti bahwa campuran sudah berhenti bereaksi.

Selanjutnya, campuran hasil pemanasan dinetralkan hingga pH-nya mencapai 7 menggunakan akuades. Tujuan dari penetralan ini adalah agar campuran tidak terkontaminasi larutan asam. Penetralkan larutan ini menggunakan corong pisah. Campuran yang semula berwarna ungu tua berubah menjadi kuning kunyit setelah pH-nya mencapai 7. Kemudian, campuran ditambah Na_2SO_4 anhidrat untuk mengikat air yang masih terikat dalam campuran tersebut. Hasilnya berupa larutan kuning muda yang kental dan lengket.

Langkah selanjutnya adalah menguji kelarutan larutan tersebut. Larutan diuji dalam etanol, aseton, dan diklorometana. Pengujian kelarutan ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik dari senyawa yang terbentuk. Hasilnya menunjukkan bahwa campuran larut dalam aseton dan diklorometana. Oleh karena itu, campuran akan diencerkan menggunakan salah satu dari kedua larutan tersebut, yaitu diklorometana untuk uji spektrofotometri UV-Vis. Lalu, campuran tersebut juga diuji dengan FTIR agar senyawa yang terbentuk dapat dianalisis dengan mudah.

Untuk mengetahui massa molekul relatif, maka dilakukan uji kekentalan menggunakan viskometer. Campuran yang terbentuk dilarutkan dalam pelarut diklorometana dengan konsentrasi 0,008; 0,006; 0,004; dan 0,002 g/mL. Lalu, mengukur waktu alir pelarut murni (diklorometana) dan masing-masing campuran dengan menggunakan

viskometer Ostwald hingga diperoleh waktu alir t_0 , t_1 , t_2 , dan t_3 . Setelah didapat data waktu, diperoleh η_{rel} dan η_{sp} melalui perhitungan. Lalu, dibuat kurva η_{sp}/C lawan C sesuai dengan persamaan Huggin. Harga $[\eta]$ diperoleh dari nilai intersep kurva tersebut. Selanjutnya, berat molekul relatif dari campuran yang terbentuk dapat diketahui dengan menggunakan persamaan Mark-Houwink dengan nilai K dan α mengacu pada referensi yang digunakan [10].

Berdasarkan spektra spektroskopi FTIR pertama, terdapat gugus fungsi karbonil yang diduga sebagai pengotor. Oleh karena itu, sampel dicuci dengan metanol untuk melarutkan pengotor tersebut. Sampel yang awalnya berwarna kuning cerah, berubah menjadi putih kekuningan setelah dicuci dengan metanol. Sebelum dicuci, sampel berbentuk gel lengket dengan tekstur sedikit cair. Setelah dicuci, tekstur sampel sedikit mengeras. Sampel tersebut diidentifikasi kembali menggunakan spektroskopi FTIR untuk memastikan kembali gugus fungsional yang dimiliki campuran hasil sintesis.

2. Reaksi yang Terlibat Pada Sintesis Senyawa Kaliksarena Dari 1,3-Dimetoksibenzena dan *p*-Anisaldehyda dalam Suasana Asam

Pada saat proses pemanasan, reaksi yang terjadi antara *p*-anisaldehydan 1,3-dimetoksibenzena dengan bantuan katalis HCl adalah reaksi substitusi elektrofilik aromatik. Reaksi substitusi elektrofilik aromatik dimulai dengan katalis HCl yang bereaksi dengan *p*-anisaldehyda untuk membentuk

suatuelektrofil, yaitu zat pensubstitusi sebenarnya. Hal ini menyebabkan atom C pada gugus karbonil dalam senyawa *p*-anisaldehida akan bersifat lebih positif karena oksigen pada gugus karbonil tersebut mengalami protonasi. Senyawa *p*-anisaldehida yang sudah bereaksi dengan katalis ini disebut sebagai elektrofil. Tahap selanjutnya adalah serangan elektrofil kepada senyawa aromatis, yaitu 1,3-dimetoksibenzena. Karena gugus -OH pada *p*-anisaldehida merupakan gugus pengaktif serta pengarah orto dan para, maka posisi orto dan para pada senyawa 1,3-dimetoksibenzena akan teraktivasi dan diserang oleh elektrofil. Elektrofil menggantikan satu atom hidrogen dalam cincin aromatik dan menyumbangkan sepasang elektron melalui resonansi sehingga lebih stabil. Substitusi tidak terjadi di antara kedua substituen karena adanya rintangan sterik.

Langkah selanjutnya adalah eliminasi H₂O yang menyebabkan terbentuknya elektrofil kembali sehingga dapat menyerang senyawa aromatis lainnya hingga senyawa aromatis keempat. Setelah serangan elektrofil keempat pada senyawa aromatis, maka akan terbentuk senyawa dengan rongga didalamnya. Senyawa tersebut merupakan senyawa kaliksarena.

3. Sifat Fisika dan Rendemen Hasil Sintesis dari 1,3-Dimetoksibenzena dan *p*-Anisaldehyda dalam Suasana Asam

Senyawa hasil sintesis dari 1,3-dimetoksibenzena dan *p*-anisaldehida

berwarna kuning muda, tetapi setelah dicuci dengan metanol, senyawa tersebut berubah menjadi putih kekuningan. Sebelum dicuci dengan metanol, senyawa hasil sintesis tersebut berbentuk gel lengket dengan bau menyengat. Namun, setelah dicuci dengan metanol, senyawa tersebut berbentuk gel dengan bau tidak menyengat. Berdasarkan Tabel 1, senyawa hasil sintesis dari 1,3-dimetoksibenzena dan *p*-anisaldehida dapat larut dalam diklorometana danaseton, tetapi tidak larut dalam dan metanol.

Berat molekul senyawa berdasarkan teori adalah 1025,11456 g/mol dengan berat molekul 1 unitnya sebesar 256,297 g/mol. Berat molekul teori tidak berbeda jauh dengan berat molekul percobaan. Berat molekul berdasarkan percobaan sebesar 1048,184 g/mol. Jika berat molekul 1 unit senyawa sebesar 256,297 g/mol, maka berat molekul senyawa tersebut menunjukkan 4 unit monomer, di mana 4 unit monomer ini merupakan senyawa kaliksarena yang terdiri dari 4 monomer. Rendemen yang didapat adalah 31,5%

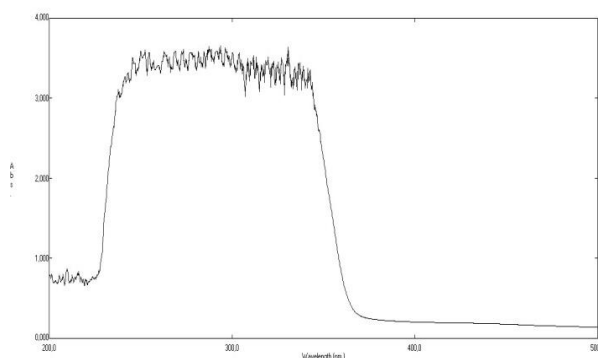
Tabel 1. Hasil uji kelarutan senyawa yang terbentuk

Pelarut	Hasil
Metanol	Tidak larut
Etanol	Tidak larut
Aseton	Larut
Diklorometana	Larut

4. Identifikasi Senyawa Hasil Sintesis dari 1,3-Dimetoksibenzena dan *p*-Anisaldehyda dalam Suasana Asam

Senyawa hasil sintesis dari 1,3-dimetoksibenzena dengan *p*-anisaldehida dalam suasana asam diidentifikasi menggunakan spektroskopi UV-Vis dan FTIR. Senyawa 1,3-dimetoksibenzena dan turunannya memiliki λ_{\max} sebesar 365-460 nm [11]. Lalu, *p*-anisaldehida memiliki λ_{\max}

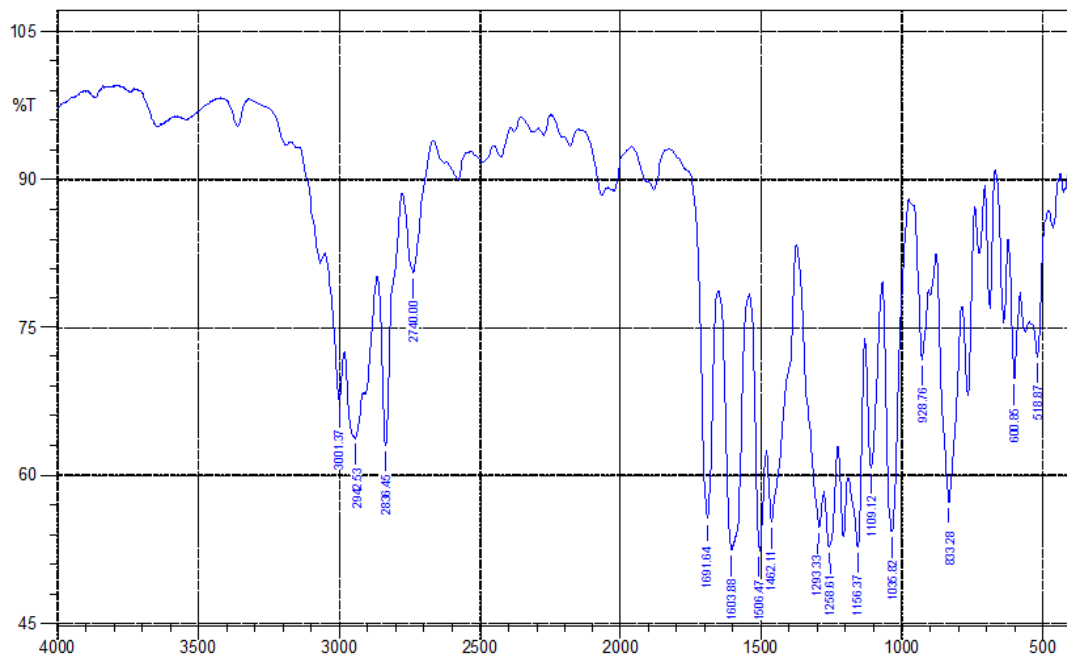
sebesar 275 nm [12]. Pada spektra spektroskopi UV-Vis (Gambar 2) senyawa hasil sintesis tersebut memiliki λ_{\max} sebesar 330,60 nm sehingga sudah terbentuk senyawa baru karena λ_{\max} yang dihasilkan tidak sama dengan λ_{\max} reaktan.



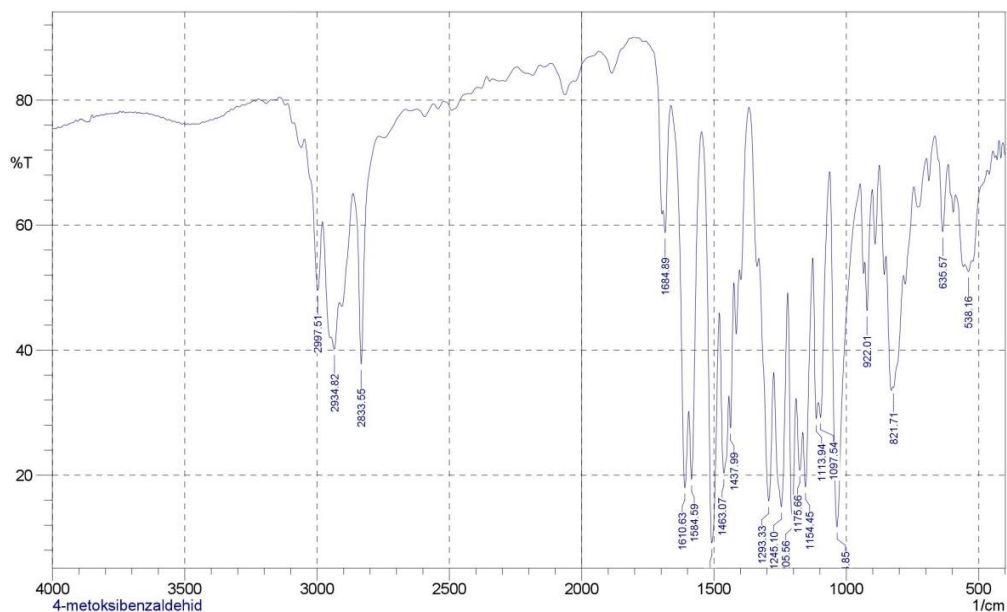
Gambar 2. Spektra spektroskopi UV-Vis hasil sintesis dari 1,3-dimetoksibenzena dan *p*-anisaldehida.

Setelah diidentifikasi menggunakan spektroskopi UV-Vis, senyawa hasil sintesis tersebut diidentifikasi kembali menggunakan spektroskopi FTIR. Hasil spektra FTIR menunjukkan serapan kuat pada bilangan gelombang 1300cm^{-1} yang merupakan karakteristik dari gugus C-O. Lalu, serapan pada bilangan gelombang 2942cm^{-1} menunjukkan vibrasi gugus $\text{Csp}^3\text{-H}$ dan diperkuat pada bilangan

gelombang 1293cm^{-1} yang merupakan vibrasi dari gugus metil ($-\text{CH}_3$). Kemudian, untuk gugus C=C aromatis ditunjukkan oleh serapan pada bilangan gelombang 1506cm^{-1} . Namun, dalam spektra FTIR pertama (Gambar 3), ditemukan karakteristik vibrasi gugus karbonil pada bilangan gelombang 1691cm^{-1} .



Gambar 3. Spektra spektroskopi FTIR produk sebelum dimurnikan



Gambar 4. Spektra Spektroskopi FTIR produk setelah dimurnikan

Gugus karbonil yang muncul merupakan salah satu gugus fungsional darisenyawa aldehida yang digunakan, yaitu p-anisalaldehida. Senyawa ini larut dalam metanol, sedangkan senyawa hasil

sintesis dari 1,3-dimetoksibenzena dan p-anisalaldehida tidak larut dalam metanol. Oleh karena itu, senyawa hasil sintesis tersebut dicuci dengan metanol untuk melarutkan gugus karbonil yang masih

terkandung. Selanjutnya, senyawa tersebut diidentifikasi kembali menggunakan FTIR untuk mengkonfirmasi bahwa gugus karbonil sudah larut seluruhnya dalam metanol. Pada spektra FTIR kedua (Gambar 4), sudah tidak ditemukan kembali gugus fungsi karbonil pada bilangan gelombang 1740 cm^{-1} sampai 1720 cm^{-1} .

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diambil kesimpulan bahwa senyawa kaliksarena dapat disintesis dengan cara memanaskan 1,3-dimetoksibenzena dengan p-anisaldehyda dalam suasana asam melalui mekanisme reaksi substitusi elektrofilik aromatik, yaitu reaksi substitusi satu atom hidrogen pada cincin aromatik dengan suatu elektrofilik. Senyawa hasil sintesis dari 1,3-dimetoksibenzena dengan p-anisaldehyda berbentuk gel berwarna putih kekuningan dan tidak berbau. Senyawa ini memiliki berat molekul 1048,184 g/mol yang berarti bahwa senyawa ini merupakan kaliksarena dengan

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang memberikan kontribusi pada penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Jumina, Triwulandari, E., & Anwar, C., "Synthesis of C-Methyl-4,10,16,22-Tetramethoxycalix[4]Arene From Phenol Using BF_3 -Methanol As the Catalyst," *Indo. J. Chem.*, vol. 5, no.1, 2005, pp. 58–65.
- [2] Utomo, S.B., Jumina, Siswanta, D., and Mustofa, 2012, *Kinetics and*

Gugus fungsi yang teridentifikasi, yaitu C-O, C=C, dan $-\text{CH}_3$. Oleh karena itu, reaksi dari 1,3-dimetoksibenzena dan p-anisaldehyda menghasilkan sebuah kaliksarena yang bernama C-4-metoksifenil(4,6,10,12,16,18, 22,24-oktametoksi)kaliks[4]arena

4 unit pengulangan. Senyawa hasil sintesis ini larut dalam aseton, diklorometana, serta tidak larut dalam metanol dan etanol. Rendemen yang didapat adalah 31,5%. Identifikasi hasil sintesis dari 1,3-dimetoksibenzena dengan p-anisaldehyda dalam suasana asam menggunakan spektrofotometri UV-Vis menunjukkan λ_{max} senyawa yang disintesis memiliki λ_{max} yang berbeda dengan reaktannya. Hal tersebut menandakan bahwa sudah terbentuk senyawa baru. Lalu, identifikasi hasil sintesis dari 1,3-dimetoksibenzena dengan p-anisaldehyda dalam suasana asam menggunakan FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi C=C aromatis, C-O, dan $-\text{CH}_3$.

Equilibrium Model of Pb(II) and Cd(II) Adsorption onto Tetrakis-Thiomethyl-C-4-Methoxyphenylcalix[4]resorcinarene, *Indo. J. Chem.*, 12(1), 49-56

- [3] Suharso, Buhani, & Suhartati, T., "The Role of C-Methyl-4,10,16,22-Tetramethoxy Calix[4]arene as Inhibitor of Calcium Carbonate (CaCO_3) Scale Formation," *Indo. J. Chem.*, vol. 9, no.2, 2009, pp. 206–210.
- [4] Gutsche, C. D., "Properties of the Calixarenes from p-tert-Butylphenol," *Journal of the American Chemical Society*, Ryu, E., vol. 8, 1981, pp. 3782–

- 3792
- [5] Dhawan, B., Chen, S., & Gutsche, C. D., "Studies of The Formation of Calixarenes via Condensation of p-alkylphenols and Formaldehyde," *Die Makromolekulare Chemie*, vol. 188, no. 5, 1987, pp. 921–950.
- [6] Handayani, D. S., Amin, Z. A. A., Kusumaningsih, T., & Masykur, A., "Synthesis and Characterization of C-Hexyl Calix[4]Resorcinarene From Resorcinol-Heptanal Condensation," *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*, vol. 10 no. 1, 2016, pp. 49–53.
- [7] Utomo, S.B., & Setiati, T., 2019, Application of Calixarene as A Phase Transfer Catalyst in Vanilin Synthesis from Eugenol, *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia (JKPK)*, 4(3), 179-188
- [8] Buraen, Y. E., Ola, P. D., & Lerrick, R. I., "Sintesis Senyawa C-2,8,14,20-Tetra-2,4,5-Trimetoksi)Fenil Kaliks[4]Resorsinarena dari Senyawa 2,4,5-Trimetoksi Benzaldehyda," *Jurnal Saintek Lahan Kering*, vol. 2, no.
- [9] Alcohol. H-D Isotope-Exchange 2622, 2019, pp. 46–48.
- [10] Li, D., Kusunoki, T., & Yamagishi, T., "Synthesis of C-unalkylated calix
- [4]resorcinarene from 1,3-dimethoxybenzene-formaldehyde Condensation," *Polymer Bulletin*, vol. 499, no. 47, 2002, pp. 493–499.
- [11] Utomo, S. B., "Sintesis polimer Polipropilkaliks [4] arena dari pt-Butilfenol untuk adsorpsi Pb (II)," Tesis, Kimia FMIPA UGM, Yogyakarta, 2007.
- [12] Mathivanan, N., et al., "Regioselective Photoprotonation of 1,3-Dimethoxybenzenes in 1,1,1,3,3,3-Hexafluoroisopropyl and Laser Flash Photolysis Studies," *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 114 no. 6, 1992, pp. 2198-2203.
- [13] Dearden, J. C. & Forbes, W. F., "Light Absorption Studies: Ultraviolet Absorption Spectra of Benzaldehydes," *Can J. Chem*, vol. 34, 1958, pp. 1362-1370

TANYA JAWAB

PEMAKALAH :Mufida Setlyani

PENANYA : Hendig

PERTANYAAN :

Apakah tanpa menggunakan NMR dapat diketahui keberadaan senyawa tersebut? Bisa saja merupakan senyawa lain dengan panjang gelombang yg sama dengan senyawa yang diteliti ?

JAWABAN :

Penelitian masih awal, sehingga annti akan dilanjutkan penelitian untuk NMR.