

# SINTESIS SENYAWA TURUNAN PORFIRIN MENGUNAKAN VARIASI FASA PENDUKUNG SILIKA

## SYNTHESIS OF PORPHYRIN COMPOUND DERIVATIVES USING VARIATION OF PHASE SUPPORTING SILICA

ANDRA TAUFIQURRAHMAN<sup>1</sup>, DR. EMMY YUANITA<sup>2</sup>, DR. MARIA ULFA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram.

Jl. Majapahit No. 62 Tlp. (0370) 633007 Mataram

Email: andrataufiqurrahman@gmail.com

**Abstrak.** Porfirin merupakan makromolekul alami yang terdiri dari empat cincin pirol yang dihubungkan dengan jembatan metin. Senyawa ini memiliki berbagai fungsi penting dalam sistem biologis sehingga disebut sebagai *pigment of life*. Pengembangan mengenai penelitian sintesis porfirin juga terus dilakukan. Salah satunya menggunakan metode MAOS (*Microwave Assisted Organic Synthesis*) karena lebih menguntungkan dengan mengurangi waktu reaksi, meningkatkan hasil reaksi, serta mengurangi penggunaan pelarut dengan bantuan fasa pendukung (silika komersial) dan iradiasi *microwave* sebagai sumber energi panas. Silika merupakan bahan anorganik yang stabil terhadap pengaruh mekanik, panas, pelarut organik, dan kondisi pH ekstrim. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan silika tiga variasi yaitu silika komersial, silika isolasi tanpa pengasaman dan silika isolasi dengan pengasaman sebagai fasa pendukung dalam melakukan sintesis senyawa porfirin. Didapatkan hasil akhir senyawa murni untuk porfirin berwarna ungu dengan *yield* masing-masing ketiga variasi silika berturut-turut sebesar 4,38 %, 6,68 %, dan 10,7 %. Karakterisasi spektrum UV-Vis mengkonfirmasi bahwa senyawa yang diperoleh dari ketiga variasi fasa pendukung silika tersebut adalah senyawa turunan porfirin.

**Kata kunci :** porfirin, sintesis, *microwave*, fasa pendukung, variasi silika.

**Abstract.** Porphyrins are naturally occurring macromolecules consisting of four pyrrole rings connected by methine bridges. This compound has various important functions in biological systems, so it is referred to as the pigment of life. Developments regarding research on porphyrin synthesis are also being carried out. One of them is using the MAOS (*Microwave Assisted Organic Synthesis*) method because it is more profitable by reducing reaction time, increasing reaction yields, and reducing the use of solvents with the help of a supporting phase (commercial silica) and microwave irradiation as a source of heat energy. Silica in the MAOS synthesis method acts as a medium for absorption (adsorbent) because it has an amorphous structure, is stable against mechanical influences, heat, organic solvents, and extreme pH conditions. Therefore, in this study, three variations of silica were used: commercial silica, isolated silica without acidification, and isolated silica with acidification as a supporting phase in the synthesis of porphyrin compounds. As the result, the pure was obtained from compound purple, with the respective yields of 4.38 %, 6.68 %, and 10.7 % respectively. The characterization of the UV-Vis spectra confirmed that the compounds obtained from the three variations of the silica support phase were porphyrin derivatives.

**Key words:** porphyrin, synthesis, microwave, supporting phase, silica variety.

## PENDAHULUAN

Porfirin merupakan makromolekul yang dapat terbentuk secara alami di alam yang terdiri dari empat cincin pirol yang dihubungkan dengan jembatan metin (Giovannetti, 2012). Senyawa ini memiliki berbagai fungsi penting dalam sistem biologis, seperti transfer elektron, transpor oksigen, fotosintesis, serta konversi karbon dioksida menjadi energi sehingga disebut juga sebagai *pigments of life* (Timotius dan Kurniadi, 2017).

Selain itu, porfirin berperan sebagai biokatalis, berpotensi sebagai fotosensitizer untuk terapi fotodinamik sel kanker, agen pemberi tanda tumor pada *magnetic resonance imaging* (MRI) serta dikembangkan dalam bidang kimia fisika sebagai fotosensitizer atau zat pemeka cahaya pada sel surya (Song, dkk., 2011; Hollingsworth, 2012).

Pengembangan mengenai penelitian porfirin terus dilakukan dengan berbagai metode seperti isolasi, tetapi prosesnya dinilai kurang menguntungkan dikarenakan pemurniannya cukup sulit serta hasil yang diperoleh sedikit (Yilmaz, 2017). Para peneliti pun mulai mengembangkan dengan metode sintesis karena dinilai lebih menguntungkan dibandingkan dengan metode isolasi. Sintesis turunan senyawa porfirin pertama kali dilakukan oleh Rothmund, dkk. (1936) dengan mereaksikan benzaldehida dan pirol dengan pemanasan selama 24 jam. Alder dan Longo (1967) mengembangkan dengan bantuan katalis asam propionat. Lindsey, dkk. (1987) dengan penggunaan katalis asam yang berbeda terbagi melalui dua tahap yaitu menggunakan katalis  $\text{BF}_3$  dan oksidator *p*-kloranil. Namun ketiga penelitian tersebut termasuk kedalam metode sintesis secara konvensional dengan pemanasan.

Penelitian tentang porfirin tidak hanya menggunakan metode konvensional, namun saat ini tengah dikembangkan dengan metode menggunakan metode *microwave*. Metode *Microwave-Assisted Organic Synthesis* (MAOS) merupakan salah satu alternatif metode yang lebih menguntungkan karena dapat mengurangi waktu reaksi, meningkatkan hasil reaksi, dan mengurangi penggunaan pelarut. Pereaksi akan bereaksi pada fasa pendukung (silika gel) dan iradiasi *microwave* digunakan sebagai sumber energi panas (Warner, dkk., 2002). Rizkia (2014) mensintesis senyawa tetra (*p*-dimetilaminofenil) porfirin menggunakan *p*-dimetilaminobenzaldehida dan pirol sebagai reagen utama dengan metode MAOS dan silika komersial Grade 60 sebagai fasa pendukung.

Silika digunakan dalam sintesis metode MAOS berperan sebagai media pendukung untuk penyerapan (adsorben) karena memiliki struktur yang amorf, sifatnya yang stabil terhadap pengaruh mekanik, panas, pelarut organik, dan kondisi pH ekstrim (Hadi, dkk., 2013; Mulder, 1991). Penelitian menggunakan silika dalam metode MAOS masih terbatas silika komersial Grade 60 yang memiliki kekurangan karena harganya relatif mahal dan tidak ramah lingkungan (Delvian, 2020). Hal ini mendasari dicarinya sumber silika alternatif dari biomassa tumbuhan seperti jerami padi seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Astini (2022) yang menghasilkan kandungan silika sebesar 15,1 %.

Menurut pada penelitian oleh Sudanta (2021), telah dilakukan sintesis senyawa turunan porfirin menggunakan metode *microwave* serta silika komersial Grade 60 sebagai fasa pendukungnya yang menghasilkan *yield* sebesar 6,47 %. Oleh karena itu, berdasarkan penelitian tersebut akan dilakukan sintesis senyawa turunan porfirin dengan variasi fasa pendukung silika dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh adsorpsi dan desorpsi pada silika komersial dan silika isolasi jerami padi dengan dan tanpa pengasaman menggunakan metode MAOS.

## MATERI DAN METODE

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Lanjut FMIPA Universitas Mataram. Uji UV-Vis dilakukan di Laboratorium Kimia Anorganik FMIPA Universitas Mataram

### Prosedur Kerja

#### a. Sintesis Senyawa Turunan Porfirin

Metode sintesis dilakukan berdasarkan gabungan dan modifikasi dari metode yang dilakukan oleh Rizkia, dkk. (2014). Adapun metode sintesis senyawa turunan porfirin terbagi menjadi tiga variasi silika yaitu;

##### 1) Sintesis senyawa turunan porfirin dengan menggunakan fasa pendukung silika komersial gel G60

Sintesis senyawa turunan porfirin dilakukan dengan metode MAOS dengan mereaksikan butiraldehid dan pirol dengan perbandingan 1 : 1. Butiraldehid sebanyak 0,9 mL (0,01 mol) dimasukkan ke dalam mortar kemudian ditambahkan dengan 0,1 mL asam asetat dan dicampurkan dengan 0,7 mL (0,01 mol) pirol lalu diaduk. Campuran tersebut ditambahkan 1 g silika gel G60 dan diaduk hingga homogen. Campuran yang telah dihomogenkan lalu dimasukkan ke dalam *microwave* dengan daya 100 Watt dan interval waktu 2 menit selama 30 menit sampai terbentuk porfirin dalam silika.

##### 2) Sintesis senyawa turunan porfirin dengan menggunakan fasa pendukung silika isolasi jerami padi tanpa pengasaman

Sintesis senyawa turunan porfirin dilakukan dengan metode MAOS dengan mereaksikan butiraldehid dan pirol dengan perbandingan 1 : 1. Butiraldehid sebanyak

0,9 mL (0,01 mol) dimasukkan ke dalam mortar kemudian ditambahkan dengan 0,1 mL asam asetat dan dicampurkan dengan 0,7 mL (0,01 mol) pirol lalu diaduk. Campuran tersebut ditambahkan 1 g silika isolasi jerami padi dan diaduk hingga homogen. Campuran yang telah dihomogenkan lalu dimasukkan ke dalam *microwave* dengan daya 100 Watt dan interval waktu 2 menit selama 30 menit sampai terbentuk porfirin dalam silika.

### **3) Sintesis senyawa turunan porfirin dengan menggunakan fasa pendukung silika isolasi jerami padi dengan pengasaman**

Sintesis senyawa turunan porfirin dilakukan dengan metode MAOS yang mereaksikan butiraldehid dan pirol dengan perbandingan 1 : 1. Silika isolasi jerami padi sebanyak 1 g terlebih dahulu diasamkan dengan ditambahkan 3 mL asam asetat glasial dan dipanaskan dalam oven dengan suhu 90 °C selama 12 jam. Ke dalam mortar direaksikan butiraldehid sebanyak 0,9 mL (0,01 mol) dengan pirol sebanyak 0,7 mL (0,01 mol) lalu diaduk. Campuran tersebut ditambahkan silika isolasi jerami padi yang telah diasamkan dan diaduk hingga homogen. Campuran yang telah dihomogenkan lalu dimasukkan ke dalam *microwave* dengan daya 100 Watt dan interval waktu 2 menit selama 30 menit sampai terbentuk porfirin dalam silika.

#### **b. Pemisahan Hasil Sintesis**

Pemisahan silika hasil sintesis dilakukan dengan tahap yang sama untuk ketiga strategi. Silika hasil sintesis didinginkan hingga suhu ruang ( $\pm 29^{\circ}\text{C}$ ) dan dilarutkan dengan 25 mL kloroform. Campuran larutan hasil sintesis kemudian di sonikasi dan disaring. Larutan hasil penyaringan selanjutnya di evaporasi. Hasil endapan evaporasi kemudian dipisahkan menggunakan kromatografi kolom dengan fasa diam silika gel G60 dan fasa gerak dengan perbandingan *n*-heksana : etil asetat (9 : 1) sehingga dihasilkan beberapa fraksi pemisahan. Fraksi yang diambil berdasarkan hasil uji KLT dengan dielusi menggunakan eluen *n*-heksana : etil asetat (7 : 3).

#### **c. Karakterisasi**

Karakterisasi senyawa turunan porfirin ketiga variasi dilakukan untuk mengidentifikasi terbentuknya cincin porfirin menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Endapan porfirin hasil pemurnian diencerkan dan dimasukkan ke dalam kuvet. Kuvet

ditempatkan pada alat spektrofotometer UV-Vis sehingga cahaya mengenai sampel tersebut. Kloroform terlebih dahulu digunakan sebagai blanko. Pengukuran absorbansi sampel dilakukan pada panjang gelombang 350-750 nm.

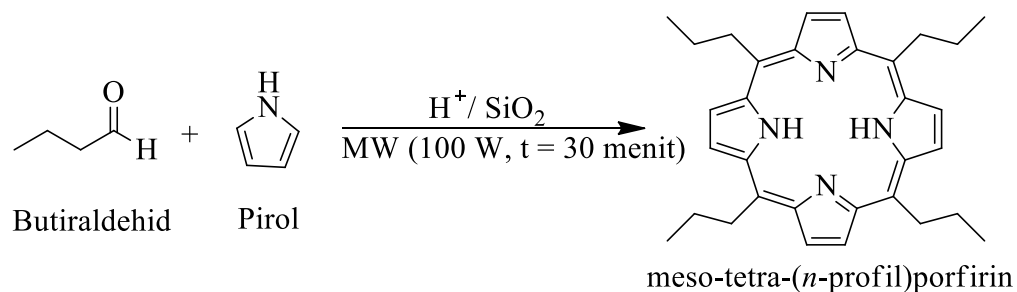
## HASIL DAN KESIMPULAN

### Hasil

#### a. Sintesis Senyawa Turunan Porfirin

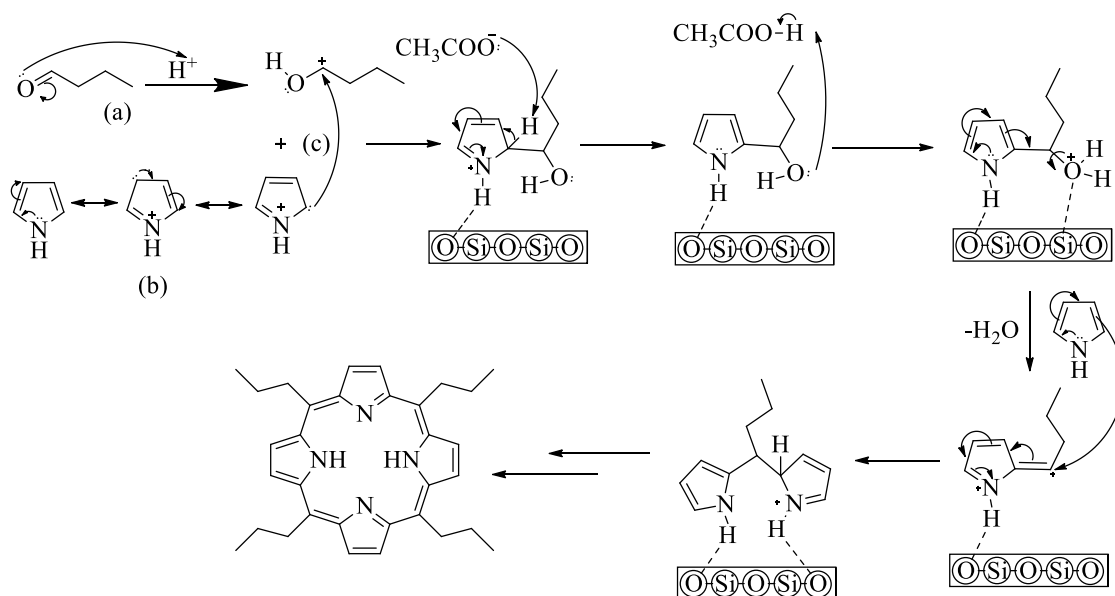
Sintesis senyawa turunan porfirin dilakukan dengan menggunakan metode MAOS dengan mereaksikan butiraldehid dan pirol sebagai reagen utama, dan ditambahkan asam asetat sebagai katalis, serta tiga variasi silika sebagai fasa pendukungnya yaitu silika komersial G60 (*Merck*), silika hasil isolasi jerami padi tanpa pengasaman dan silika hasil isolasi jerami dengan pengasaman. Pemanasan dengan metode *microwave* dapat menyediakan energi yang intensif, homogen dan efisien sehingga energi panas menaikkan suhu objek dengan cara memberikan gaya secara langsung pada molekul pereaksi (Yanagida, dkk., 2003; Nasriah, 2013).

Pemanasan dengan metode konvensional terjadi secara tidak merata sehingga pengukuran suhu reaksi yang tepat sulit terjadi, sedangkan pemanasan dengan gelombang mikro menggunakan reaksi dalam keadaan padat dengan pelarut yang sedikit sehingga didapatkan proses pemanasan terjadi secara merata (Jauhari, dkk., 2012). Hal tersebut juga dapat mempengaruhi terhadap *starting material* nya yaitu pirol yang memiliki kecenderungan untuk terjadinya proses oksidatif jika reaksi terjadi dengan waktu dan suhu yang lama (Benjamin, dkk., 2007). Senyawa hasil sintesis yang dihasilkan yaitu meso-tetra(*n*-profil)porfirin yang dengan persamaan reaksi sebagai berikut;



Gambar 1. Persamaan reaksi sintesis senyawa turunan porfirin

Sintesis senyawa turunan porfirin menggunakan variasi silika komersial dan silika isolasi jerami padi tanpa pengasamaan dengan metode MAOS yang merupakan metode iradiasi menggunakan gelombang mikro yang dilakukan setelah semua pereaksi dicampurkan (*one-pot*) ditunjukkan dengan usulan mekanisme pada Gambar 2. Tahap sintesis diawali dengan mereaksikan butiraldehid dengan asam asetat sebagai sumber  $H^+$  yang bertujuan untuk memprotonasi gugus karbonil pada butiraldehid sehingga terbentuk karbokation seperti ditunjukkan pada Gambar 2. (a). Terbentuknya karbokation merupakan tahapan awal mekanisme pembentukan cincin porfirin. Direaksikan butiraldehid dengan asam asetat terlebih dahulu juga bertujuan untuk menjaga pirol agar tidak terpolimerisasi ketika direaksikan dengan asam.

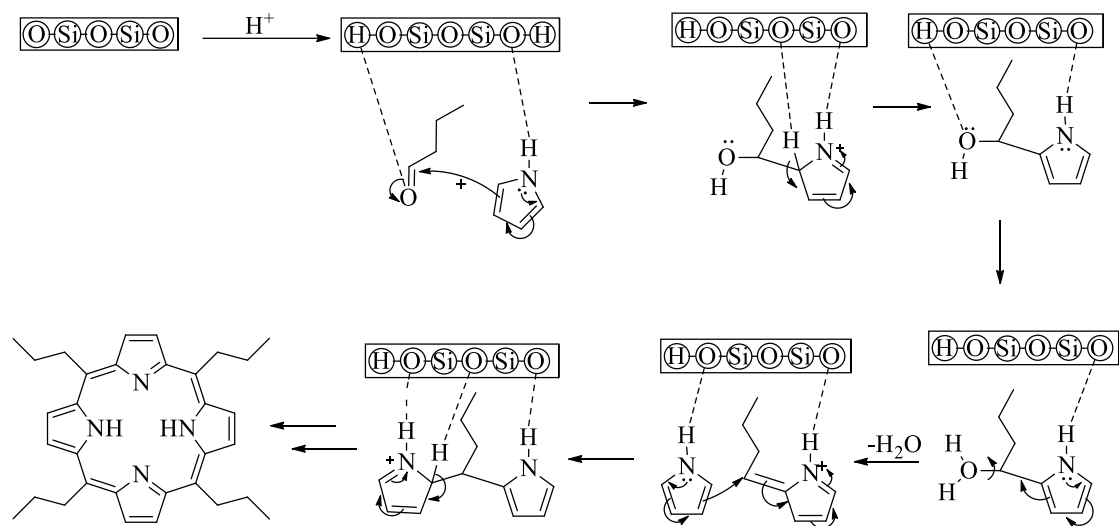


Gambar 2. Usulan mekanisme reaksi (a) Protonasi butiraldehid; (b) Resonansi pirol; (c) Kondensasi aldol

Pirol kemudian ditambahkan pada campuran butiraldehid yang telah terprotonasi. Pirol dalam reaksi ini bersifat nukleofilik yang terlebih dahulu terjadi resonansi sehingga terbentuk elektron  $\pi$  seperti pada Gambar 2 (b). Penambahan pirol menyebabkan karbokation pada butiraldehid akan diserang oleh elektron  $\pi$  pada pirol sehingga terbentuk jembatan metin dan terjadinya reaksi kondensasi aldol Gambar 2 (c). Campuran tersebut lalu dihomogenkan terlebih dahulu sebelum ditambahkan silika. Penambahan silika bertujuan sebagai fasa pendukung agar pereaksi teradsorpsi di permukaan silika. Penambahan silika berfungsi untuk meningkat suhu reaksi dan berperan sebagai asam lewis yang akan mengaktifkan karbokation. Campuran homogen tersebut kemudian

direaksikan dengan menggunakan *microwave*. Pemanasan dilakukan dengan daya 100 Watt dan interval waktu 2 menit yang bertujuan untuk menghindari letupan (*bumping*) selama reaksi berlangsung akibat dari pemanasan berlebih.

Sintesis senyawa turunan porfirin menggunakan variasi silika isolasi jerami padi dengan pengasaman seperti yang ditunjukkan pada usulan mekanisme reaksi Gambar 3. Tahapan awal silika isolasi jerami padi diasamkan terlebih dahulu dengan asam asetat di suhu 90 °C selama 12 jam hingga terbentuk silika yang diasamkan. Proses pengasaman dan pengeringan bertujuan untuk memperbesar daya serap pada silika (Riansyah, dkk., 2013). Butiraldehid dan pirol kemudian dihomogenkan di dalam mortar.

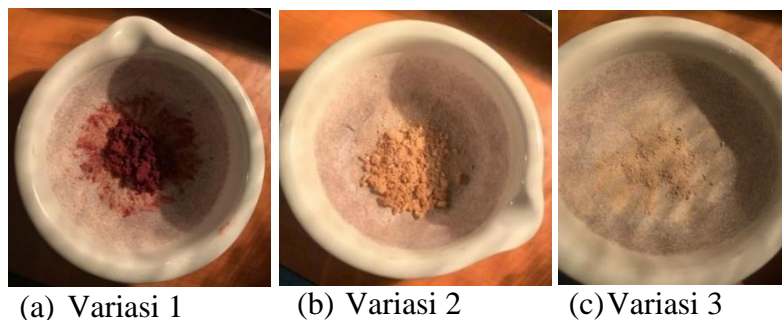


Gambar 3. Usulan mekanisme reaksi menggunakan variasi silika isolasi jerami padi dengan pengasaman.

Larutan yang telah dihomogenkan tersebut kemudian ditambahkan silika yang diasamkan dan diaduk hingga silika menyerap campurannya. Pengasaman silika dapat mempengaruhi gugus silanol sehingga dapat berperan dalam donor dan akseptor elektron (Sulastrri dan Kristianingrum, 2010). Penambahan dilakukan secara bertahap bertujuan untuk menghindari letupan (*bumping*) karena penguapan yang terjadi setelah proses pemanasan oleh gelombang mikro. *Bumping* merupakan hal yang perlu dihindari karena dapat menyebabkan pereaksi keluar dari wadah reaksi yang pada akhirnya akan menyebabkan berkurang rendemen yang didapatkan.

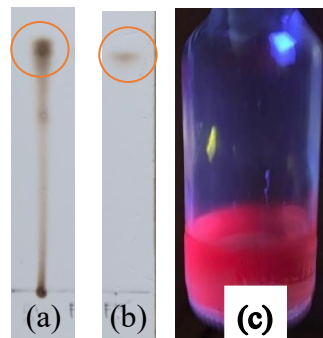
Silika hasil reaksi ketiga variasi setelah dipanaskan dengan menggunakan *microwave* masing-masing memiliki warna yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Silika hasil reaksi kemudian dilarutkan dengan menggunakan kloroform dan

disonikasi lalu disaring. Proses sonikasi dilakukan untuk mempercepat pemisahan senyawa hasil sintesis yang masih melekat di silika.



Gambar 4. Senyawa porfirin dalam silika hasil sintesis ketiga variasi

Filtrat hasil sintesis untuk ketiga variasi yang telah disaring kemudian dikarakterisasi awal dengan metode kromatografi lapis tipis (KLT) menggunakan eluen *n*-heksana : etil asetat dengan perbandingan 7:3. Hasil uji KLT untuk ketiga variasi seperti pada Gambar 5 (a) namun masih terlihat memiliki noda ekor dengan pendaran berwarna *orange* hal tersebut menunjukkan masih ada senyawa lain yang terbentuk sehingga diketahui hasil sintesis yang didapatkan setelah pemisahan silika dengan sonikasi dan penyaringan masih belum murni, sehingga perlu dilakukan pemisahan lebih lanjut dengan menggunakan kromatografi kolom gravitasi.



Gambar 1. KLT hasil sintesis : (a) sebelum pemurnian, (b) setelah pemurnian, (c) warna larutan berpendar.

Pada kromatografi kolom gravitasi digunakan fasa diam silika gel dan fasa gerak *n*-heksana : etil asetat. Pemisahan menggunakan kromatografi kolom menghasilkan beberapa pita senyawa. Senyawa turunan porfirin diduga berada pada pita berwarna ungu yang terelusi lebih dulu. Hal ini dikarenakan porfirin bersifat nonpolar dan memiliki warna yang khas berwarna ungu dan ketika disinari dengan lampu UV 365 nm akan berpendar Gambar 5. (c). Fraksi hasil kromatografi kolom yang berwarna ungu kemudian diuji kembali menggunakan KLT dengan menggunakan perbandingan eluen yang sama



dengan yang sebelumnya. Hal ini dilakukan untuk menguji kemurnian dari senyawa hasil pemisahan. Hasil uji KLT menunjukkan bahwa senyawa yang didapatkan sudah murni, karena dihasilkan satu noda senyawa Gambar 5. (b).

Proses sintesis senyawa turunan porfirin menggunakan variasi silika dipengaruhi oleh perbedaan proses adsorpsi dan desorpsi pada ketiga variasi silika. Adsorpsi menurut Hendra (2008) yaitu reaksi kimia antara molekul-molekul adsorbat dengan permukaan adsorben, sedangkan desorpsi merupakan proses kebalikan dari adsorpsi yaitu proses pelepasan kembali molekul-molekul yang telah berikatan dengan sisi aktif dari permukaan adsorben (Huda, dkk., 2020). Variasi silika yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi dua jenis silika yaitu silika komersial G60 1.07734.1000 untuk variasi satu dengan ukuran 0,63-0,200 mm, sedangkan untuk variasi kedua dan ketiga digunakan silika hasil isolasi jerami padi dengan ukuran 0,001 mm dengan perbedaan pada silika variasi ketiga diasamkan terlebih dahulu. Adanya penambahan asam pada variasi silika juga akan menyebabkan semakin tinggi konsentrasi proton ( $H^+$ ) dalam larutan natrium silikat dan sebagian gugus siloksi ( $Si-O^-$ ) membentuk gugus silanol ( $Si-OH$ ). Protonasi pada pembentukan gugus silanol akan mengakibatkan delokalisasi elektron terganggu sehingga atom Si dapat terserang oleh atom O dari spesies  $-Si-O^-$  lain dan terjadi kondensasi membentuk gugus siloksan ( $Si-O-Si$ ) (Nuryono dan Narsito, 2005).

Perbedaan ukuran partikel kedua jenis silika juga mempengaruhi proses adsorpsi dan desorpsi yang terjadi, Fahmi dan Nurfalih (2016) berpendapat bahwa penyerapan silika tergantung pada bentuk, ukuran, komposisi seperti oksigen dan jumlah pengotor lainnya. Oleh karena itu, semakin kecil ukuran partikel silika, maka semakin besar luas permukaannya. Semakin luas permukaan silika maka akan semakin banyak proses adsorpsi dan desorpsi yang terjadi.



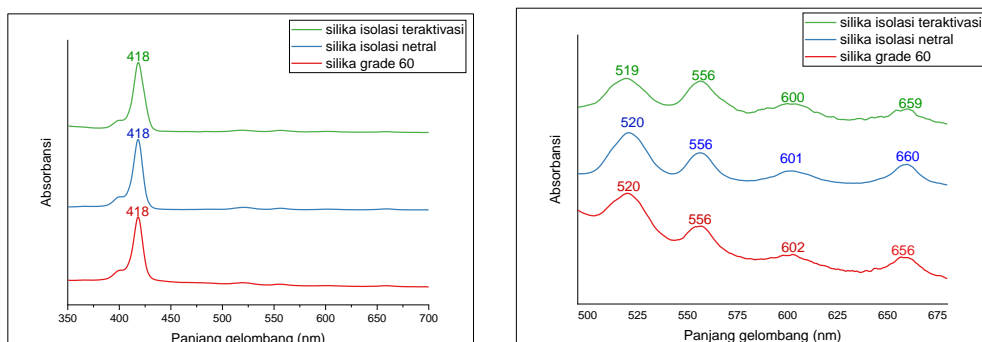
(a) Variasi 1 (c) Variasi 2 (b) Variasi 3

Gambar 6. Silika hasil sintesis setelah dipisahkan

Hasil penelitian sintesis porfirin menggunakan variasi silika komersial, silika isolasi jerami padi tanpa pengasaman dan silika isolasi jerami padi dengan pengasaman menghasilkan warna yang berbeda-beda seperti ditunjukkan pada Gambar 4.6. Perbedaan warna tersebut didukung oleh hasil % *yield* yang berbeda juga untuk ketiga variasi secara berturut-turut yaitu 4,38 %, 6,68 % dan 10,7 %. Perbedaan tersebut disebabkan oleh proses desorpsi atau sulitnya pelepasan kembali molekul yang telah berikatan dengan silika (Hadi, 2016). Desorpsi sama halnya seperti adsorpsi yang di terjadi karena adanya gaya Van der Waals dikarenakan pada permukaan padatan (silika) memiliki gaya tarik-menarik yang kecil dengan molekul larutan dibandingkan dengan gaya tarik menarik antara molekul larutan, sehingga interaksi relatif lemah antara permukaan adsorben dengan adsorbat hingga dapat terlepas (Shofa, 2012).

### b. Karakterisasi Hasil Sintesis

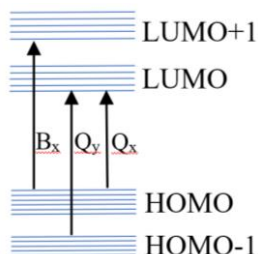
Karakterisasi dilakukan untuk membuktikan bahwa senyawa yang terbentuk adalah senyawa turunan porfirin. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil karakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis untuk ketiga variasi menunjukkan adanya dua jenis transisi seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 7.



Gambar 7. Pita Soret dan pita Q pada spektrofotometer UV-Vis untuk sintesis senyawa turunan porfirin ketiga variasi silika

Hasil karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis mendapatkan hasil yang sama seperti penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kholidanata, dkk. (2022). Transisi pertama berasal dari transisi keadaan dasar ke keadaan eksitasi kedua ( $S_0 \rightarrow S_2$ ) yang menghasilkan puncak Soret (*B band*) pada daerah 380-500 nm. Daerah kedua menunjukkan transisi yang lemah yaitu transisi keadaan dasar ke keadaan eksitasi pertama ( $S_0 \rightarrow S_1$ ) yang menghasilkan puncak pada daerah 500-750 nm yang disebut sebagai Q

*band*. Senyawa turunan porfirin yang disintesis menggunakan ketiga variasi silika memiliki nilai puncak Soret yang sama seperti pada Gambar 4.7 (a) yaitu pada panjang gelombang 418 nm yang menyatakan puncak transisi elektronik dari  $B_x$  seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Transisi elektronik pada senyawa turunan porfirin

Sintesis senyawa turunan porfirin menggunakan ketiga variasi fasa pendukung silika juga menunjukkan terdapatnya empat puncak Q pada masing-masing hasil uji spektrofotometer UV-Vis. Panjang gelombang untuk sintesis menggunakan silika komersial, silika isolasi tanpa pengasaman dan silika isolasi dengan pengasaman secara berturut-turut yaitu 520, 556, 602, dan 656; 520, 556, dan 601, 660; 519, 556, 600, dan 659 nm seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.7. Adanya empat puncak Q pada hasil spektrofotometer UV-Vis berasal dari dua transisi elektronik yaitu  $Q_{x1}$  (656);  $Q_{x2}$  (660);  $Q_{x3}$  (659) dan  $Q_{y1}$  (602);  $Q_{y2}$  (601);  $Q_{y3}$  (600).

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Sudanta (2021) yang mensintesis senyawa tetrafenilporfirin (TPP) yang memiliki dua puncak pada daerah sinar tampak yang tidak jauh berbeda dengan senyawa porfirin hasil sintesis menggunakan ketiga variasi fasa pendukung silika. Menurut Kholidanata (2015), perbedaan 0,5 - 1,0 nm untuk pita soret maupun pita Q tidak berarti bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara senyawa yang diperoleh.

## Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa;

1. Senyawa turunan porfirin dapat disintesis menggunakan fasa pendukung variasi silika komersial, silika isolasi jerami padi tanpa pangasaman dan silika isolasi jerami padi dengan pengasaman yang menghasilkan % *yield* senyawa turunan porfirin untuk ketiga variasi secara berturut-turut sebesar 4,38 %, 6,68 % dan 10,7 %.

2. Karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis mengkonfirmasi bahwa senyawa turunan porfirin berhasil terbentuk dari penggunaan ketiga variasi silika tersebut yang ditunjukkan dengan terbentuknya pita Soret dan pita Q pada daerah *visible*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alder, A. D., Longo, F. R., Finarelli, L. D., Goldmacher, J., Assour, J., dan Korsakoff, L., 1967, Simplified Synthesis for Meso-Tetraphenylporphyrine, *Journal of Organic Chemistry*, 32(1), 476.
- Astini, M. G. D., 2022, Potensi Limbah Biomassa sebagai Sumber Silika, Skripsi, Universitas Mataram.
- Fahmi, H., dan Nurfalah, A. L., 2016, Analisa Daya Serap Silika Gel Berbahan Dasar Abu Sekam Padi, *Jurnal Ipteks Terapan*, 10(3), 176-182.
- Giovannetti, R., 2012, The Use of Spectrophotometry UV-Vis for The Study of Porphyrins, *Macro to Nano Spectroscopy*, 1(1), 87-108.
- Hadi, W. P., 2016, Karakterisasi dan Kajian Awal Difusi Larutan Berwarna dalam Silika Sol-Gel Berpori secara Spektrofotometri Sinar Tampak, *Jurnal Pena Sains*, 3(1), 30-43.
- Hadi, I., Arsa, M., dan Sudiarta, I. W., 2013, Sintesis Silika Gel Dari Abu Sekam Padi dan Abu Limbah Pembakaran Batu Bata Dengan Metode Presipitasi, *Jurnal Kimia*, 7(1), 226-236.
- Hendra, R., 2008, Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Batubara Indonesia dengan Metode Aktivasi Fisika dan Karakteristiknya, Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Jakarta.
- Hollingsworth, J., 2012, Synthesis, Characterization, and Self-Assembly of Porphyrins Conjugated to Superparamagnetic Colloidal Particles for Enhanced Photodynamic Therapy, Dissertation for Doctor of Philosophy.
- Huda, M. M., Setyadi, E., Artisanti, P., dan Krisdiyanto, D., 2020, Studi Adsorpsi-Desorpsi Senyawa Paraquat Diklorida Dengan Silika Gel Dari Limbah Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*), *Indonesian Journal Of Materials Chemistry*, 3(02), 1-10.
- Jauhari, S., Surati, M. A., dan Desai, K. R., 2012, A Brief Review: Microwave Assisted Organic Reaction, *Archives of Applied Science Research*, 4(1), 645-661.
- Kholidanata, F., 2015, Sintesis Dua Tahap Meso-Tetra(4-Sulfonatofenil)Porfirin (TPPS4), Sintesis Polianilina (PANI) Terdoping TPPS4, dan Aplikasinya dalam Sel Surya Tersensitisasi Zat Warna. Tesis, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Kholidanata, F., Pradipta, A. R., Yuliana, E., dan Hanafi, 2022, Sintesis Senyawa Organik Zat Pemeka Cahaya (DYES): Tetrafenilporfirin (TPP) dengan Metode Microwave

- Assisted Organic-Synthesis Termodifikasi (S-MAOS), *Warka Akrab*, 46(1), 40-44.
- Lindsey, J. S., Schreiman, I. C., Hsu, H. C., Kearney, P. C., Marguerettaz, A. M., Rothmund, dan Adler-Longo, 1987, Reactions Revisited Synthesis of Tetraphenylporphyrins Under Equilibrium Conditions, *The Journal of Organic Chemistry*, 836(1), 827-836.
- Milana, P., 2012, Sintesis dan Karakterisasi Tetrafenilporfirin dan Turunannya Menggunakan Metode Microwave-Assisted Organic Chemistry (MAOS), Tesis, Institut Teknologi Bandung.
- Mulder, M., 1991, *Basic Principles of Membrane Technology*, Klumer Academy Publisher. Netherland.
- Nasriah, N., 2013, Sintesis Karbon Nanodots menggunakan Pemanasan Microwave untuk Aplikasi Bioimaging, Skripsi, Bandung : Universitas Islam Sunan Gunung Djati.
- Nuryono dan Narsito, 2005, Effect Of Concentration On Characters Of Silica Gel Synthesized From Sodium Silicate, *Indo. J. Chem.*, 5(1), 69-76.
- Riansyah, A., Supriadi, A., dan Nopianti, R., 2013, Pengaruh Perbedaan Suhu dan Waktu Pengeringan Terhadap Karakteristik Ikan Asin Sepat Siam (*Trichogaster pectoralis*) dengan Menggunakan Oven, Skripsi, Indralaya: Universitas Sriwijaya.
- Rizkia, N., Milana, P., Suendo, V., dan Citati, T., 2014, Sintesis dan Karakterisasi Tetra(p-dimetilaminofenil)porfirin dengan Metode Microwave-Assisted Organic Synthesis (MAOS), *Research and Development*, 1(3), 118-123.
- Rothmund, P. J., Adler, A. D., dan Longo, F. R., 1936, A New Porphyrin Synthesis The Synthesis of Porphine, *The Journal of Organic Chemistry*, 58(1), 625-627.
- Shofa, 2012, Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu dengan Aktivasi Kalium Hidroksida, Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.
- Song, Z., Adeyemo, A. O., Baker, J., Taylor, S. M., dan Lightfoot, M. L., 2011, Structure of Porphyrin TPPS4 and It's Interaction with Metal Ions as Elucidated by <sup>1</sup>H-NMR and UV-Visible Spectra, *Georgia Journal of Science*, 1(1), 89-101.
- Sudanta, I. M., 2021, Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Turunan Tetrafenilporfirin dengan Metode Microwave-Assisted Organic Synthesis (MAOS). Skripsi, Universitas Mataram.
- Sulastri, S., dan Kristianingrum, S., 2010, Berbagai macam senyawa silika: Sintesis, karakterisasi dan pemanfaatan. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, 211-216.
- Timotius, K. H., dan Kurniadi, I., 2017, *Heme : Biosintesis, Degradasi, serta Kelainan yang dapat Menyertai*, Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Warner, M. G., Succaw, K., Doxsee, J., dan Hutchison, 2002, Microwave Synthesis of Tetraphenylporphyrin, *American Chemical Society*, 1(1), 37-45.

Yanagida, S., Nikawa, Y., Katsuki, H., Kato, K., Tazikawa, H., dan Tokuda, M., 2003, New Industrial Technology of Microwave, 1(1), 4-8.

Yilmaz, Y., 2017, Phthalocyanines and Some Current Applications, Rijeka : In Tech Open.