

## PEMANFAATAN KOMPOSIT $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$ – NATA DE COCO SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PRAKTIS PADA SENYAWA KOMPLEKS

SUMARNO

MAN 2 Kota Cilegon

Email : [marnoaji@gmail.com](mailto:marnoaji@gmail.com)

### ABSTRAK

Komposit  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  – *nata de coco* dapat dibuat dengan cara mereaksikan Besi (II) tetrafluoroborat dan ligan triazol dalam matrik *nata de coco*. Komposit yang dihasilkan berwarna ungu, karena kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  terbentuk di dalam matrik *nata de coco*. Ketika komposit ini dipanaskan terjadi perubahan warna menjadi putih mulai pada suhu 373 K sampai 398 K dan ketika temperaturnya diturunkan, warna komposit berubah kembali menjadi ungu pada suhu 358 K sampai 333 K. Penampilan senyawa kompleks seperti ini dikenal sebagai efek histeresis, yang berpotensi sebagai penyimpanan informasi pada perangkat elektronik, yang tergantung pada lebar histeresis. Ditentukan dengan program *Image J Sever* diperoleh kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  memiliki lebar histeresis sebesar 40 K. Fenomena histeresis dapat diasosiasikan sebagai proses transisi spin elektron pada atom pusat yang berkaitan dengan sifat kemagnetan senyawa kompleks. Karakteristik komposit  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  – *nata de coco* yang mengalami perubahan warna dalam rentang suhu tinggi dan suhu rendah ini merupakan fenomena unik dari senyawa kompleks, dan dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran yang menarik bagi siswa pada pembahasan sifat senyawa kompleks.

**Kata Kunci :** Komposit, Nata de coco, Media pembelajaran, Histeresis

### ABSTRACT

$\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  – *nata de coco* composite can be made by reacting Iron (II) tetrafluoroborate and triazole ligand in *nata de coco* matrix. The resulting composite is purple in color, because the  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  complex is formed in the *nata de coco* matrix. When this composite is heated, the color changes to white starting at 373 K to 398 K and when the temperature is lowered, the color of the composite changes back to purple at 358 K to 333 K. The appearance of such complex compounds is known as the hysteresis effect, which has the potential for storage. information on electronic devices, which depends on the width of the hysteresis. Determined by the *Image J Sever* program, the  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  complex has a hysteresis width of 40 K. The hysteresis phenomenon can be associated with the electron spin transition process on the central atom which is related to the magnetic properties of the complex compound. The characteristic of  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  – *nata de coco* composite which undergoes color changes in the high and low temperature range is a unique phenomenon of complex compounds, and can be used as an interesting learning medium for students in discussing the nature of complex compounds.

**Keywords:** Composite, Nata de coco, Learning media, Hysteresis

### PENDAHULUAN

Senyawa kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  sudah banyak diteliti dan diaplikasikan dalam berbagai media baik keras maupun lunak, terutama karena keunikannya yang memiliki dua karakter kemagnetan. Karakter tersebut adalah perubahan sifat dari diamagnetik menjadi paramagnetik yang terjadi di sekitar temperatur ruang. Perubahan karakter magnet ini disebabkan oleh adanya perubahan arah spin elektron pada atom pusat, yang dikenal sebagai transisi spin. Senyawa kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  mengalami transisi spin, jika dikenai padanya perubahan suhu ( $\Delta T$ ), perubahan tekanan ( $\Delta P$ ) atau oleh adanya penyinaran ( $h\nu$ ). (Salitros, *et. al.*, 2008). Perubahan sifat magnet ini terjadi secara reversibel yang disertai dengan perubahan warna begitu jelas yaitu dari ungu menjadi putih. Karakter inilah yang

menyebabkan senyawa kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  dapat diaplikasikan sebagai material saklar, peralatan optik, sensor suhu maupun sensor tekanan. (Gütlich dan Goodwin, 2004). Pengaplikasian ini berhubungan erat dengan lebar histeresis yaitu karakteristik kurva yang dinyatakan sebagai selisih antara transisi naik dengan transisi turun ketika senyawa kompleks mengalami transisi spin.

Namun karakteristik histeresis pada senyawa kompleks sendiri merupakan fenomena yang belum banyak diketahui oleh siswa. Hal ini disebabkan selama ini pembelajaran kimia tentang senyawa kompleks lebih banyak bersifat abstrak dan sangat teoritis. Sedangkan informasi yang bersifat abstrak dan teoritis sangat sulit di fahami dengan tingkat rata – rata kemampuan verbal siswa. Oleh sebab itu diperlukan suatu media pembelajaran untuk membantu proses verbal siswa dalam memahami informasi yang bersifat abstrak dan teoritis.

Pemakaian media pembelajaran dalam proses belajar mengajar dapat membangkitkan minat dan keinginan yang baru, membangkitkan motivasi dan rangsangan kegiatan belajar, dan bahkan membawa pengaruh-pengaruh psikologis terhadap pembelajar (Junaidi, 2019). Menurut Kustandi dan Sutjipto (2011) Media Pembelajaran adalah alat yang dapat membantu proses belajar mengajar dan berfungsi untuk memperjelas makna pesan yang disampaikan, sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran yang lebih baik dan sempurna. Secara umum media pembelajaran harus memiliki nilai praktis. Nilai praktis media pembelajaran diantaranya adalah mengatasi keterbatasan pengalaman yang dimiliki siswa, memungkinkan adanya interaksi langsung antara siswa dan lingkungan, menanamkan konsep dasar yang benar, konkrit dan realistis, membangkitkan motivasi, memberikan pengalaman yang integral dari yang konkrit hingga abstrak.

Pada kenyataannya media yang mampu memberikan penjelasan konkrit mengenai senyawa kompleks saat ini belum banyak dikembangkan. Sehingga perubahan warna senyawa kompleks yang disebabkan adanya transisi spin, sangat menarik apabila dimanfaatkan sebagai media pembelajaran khususnya pada pembahasan senyawa kompleks. Fenomena histeresis oleh adanya transisi spin dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran apabila diaplikasikan dengan bahan tertentu yang memiliki sifat kuat dan tahan lama. Aplikasi yang telah dilakukan adalah mencampurkan kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  dengan bahan cat dan melakukan pelapisan pada permukaan keramik. (Labanu, 2010). Tetapi warna kompleks berubah menjadi merah kecoklatan, sebagai indikasi terjadi reaksi antara kompleks dengan bahan cat yang digunakan sehingga perubahan warna oleh karena efek histeresis tidak teramati dengan jelas. Melihat fakta itu menunjukkan bahwa metode tersebut tidak praktis jika digunakan sebagai media pembelajaran.

Eksperimen yang berhasil menunjukkan perubahan warna sangat jelas dilakukan oleh Nakamoto, *et. al.*, 2005, dengan cara membuat kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3$  dalam bentuk film dengan *nafion*. *Nafion* adalah polimer sintesis bermuatan negatif yang berfungsi sebagai resin penukar ion. Namun penggunaan material *nafion* sangat sulit diadakan di sekolah. Sementara peralatan yang tersedia di sekolah sangat terbatas. Sebagaimana telah dilakukan penelitian bahwa komposit dapat dihasilkan dari modifikasi *nata de coco* dengan deposisi logam – logam diantaranya paladium, emas dan perak (O'Neill, *et. al.*, 2002). Hasil penelitian inilah yang memberikan inspirasi untuk melakukan sintesis kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  di dalam matrik *nata de coco*. Oleh karena itu sebagai bahan alternatif pengganti *nafion*, sintesis kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  dilakukan dalam matrik *nata de coco*. Hal ini dilakukan karena *nata de coco* merupakan biopolimer dengan struktur nanometer banyak digunakan untuk deposisi logam transisi menghasilkan komposit. Alasan lainnya adalah *nata de coco* merupakan bahan alam yang sangat murah dan mudah dibuat dari limbah air kelapa. Komposit dibuat dengan cara menumbuhkan kristal kompleks di dalam matrik *nata de coco*. Pembuatan komposit dengan matrik *nata de coco* lebih mudah dilakukan karena menggunakan alat yang sederhana dan tersedia di laboratorium. Dengan demikian komposit  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  – *nata de coco* yang dihasilkan dapat dipergunakan sebagai media pembelajaran yang praktis untuk menjelaskan fenomena histeresis oleh adanya transisi spin elektron pada atom pusat senyawa kompleks.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Bahan kimia yang dipergunakan untuk sintesis kompleks adalah  $\text{Fe}(\text{BF}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (aldrich), 1,2,4-triazol (Aldrich) dengan pelarut air. *Nata de coco* diperoleh dari fermentasi air kelapa yang telah ditambah dengan sukrosa dan urea sebagai bahan nutrisi tambahan bagi bakteri *acetobacter xylinum*, yang disimpan pada pH sekitar 4 dan suhu 27 – 30°C. Peralatan yang dipergunakan berupa gelas kimia dan gelas ukur. Uji termokromik terhadap komposit dilakukan di dalam *silicon oil* (aldrich) di atas *hotplate* yang dilengkapi dengan thermometer dengan komposit dimasukkan ke dalam tabung reaksi kering dan tertutup.

### Pembuatan komposit

*Nata de coco* ditekan lalu direndam di dalam larutan Besi(II) tetrafluoroborat 0,05 M. di aduk selama 1,5 jam. Dikeringkan permukaannya dengan kertas saring, lalu direndam di dalam larutan 1,2,4-triazol 0,3 M, diaduk selama 1 jam. Lapisan *nata de coco* dikeringkan permukaannya, disimpan di udara terbuka selama 24 jam hingga terbentuk warna ungu.

### Uji Termokromik

Komposit dimasukkan dalam tabung reaksi kering, dibenamkan dalam *silicon oil* yang ditampung dengan gelas kimia. ditempatkan di atas *hotplate*. Penangas dinyalakan pada rentang suhu 26°C hingga 130°C, sambil diamati warnanya dan direkam dengan kamera tiap kenaikan skala suhu 5°C atau 10°C. Intensitas warna foto hasil pengamatan, dianalisa menggunakan program *Image J Sever*. Data RGB (Red, Green, Blue) yang diperoleh, dikonversi secara linier menjadi persen perubahan warna dengan pendekatan nilai RGB terendah sama dengan 0 % dan nilai RGB tertinggi sama dengan 100 %. Hasil konversi tersebut, kemudian dialurkan untuk memperoleh kurva transisi dari efek termokromik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Senyawa kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  telah berhasil disintesis dalam matrik *nata de coco*. Kristal senyawa kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  mengalami penumbuhan di dalam matrik *nata de coco*. Terbentuknya kristal kompleks di dalam *nata de coco* ditandai dengan terjadinya perubahan warna matrik menjadi ungu. Ketika perubahan warna matrik menjadi ungu menandakan telah terbentuk komposit  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  – *nata de coco*. Gambar 1 menunjukkan tampilan fisik komposit  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  – *nata de coco*



Gambar 1 Tampilan Fisik Komposit  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  – *Nata de Coco*

Selanjutnya untuk mengetahui karakteristik histeresis senyawa kompleks pada bahan komposit di lakukan uji termokromik. Tujuannya adalah agar diperoleh data batas suhu tinggi dan suhu rendah yang memberikan tampilan perubahan warna kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  pada komposit. Tiap-tiap perubahan suhu tertentu dicatat, dan diamati perubahan warna kompleks direkam dalam bentuk foto. Intensitas warna foto hasil pengamatan, dianalisa menggunakan program *Image J Sever*. Data RGB (Red, Green, Blue) yang diperoleh, dikonversi secara linier menjadi persen perubahan warna dengan pendekatan nilai RGB terendah sama dengan 0 % dan nilai RGB tertinggi sama dengan 100 %. Hasil konversi tersebut, kemudian dialurkan untuk memperoleh kurva transisi dari efek termokromik. Uji termokromik kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  dalam komposit berhasil diperoleh dengan perubahan warna ketika

dipanaskan pada suhu 373 K hingga 398 K menjadi putih dan kembali ke warna semula ketika suhunya diturunkan pada 358 K hingga 333 K. Sifat termokromik kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  ditunjukkan pada Gambar 2.



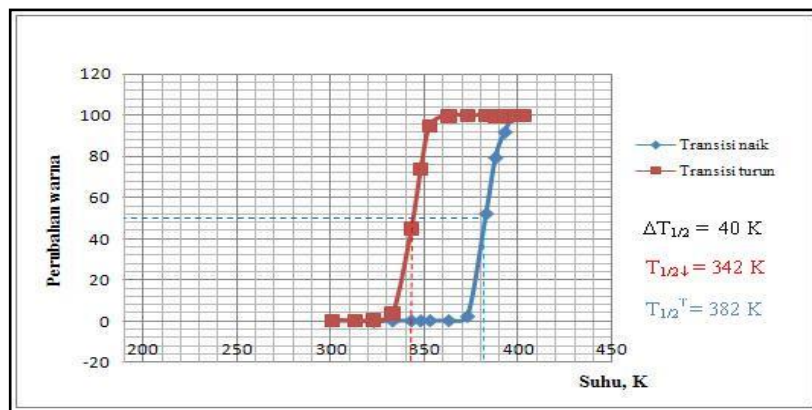
299 K (suhu rendah)



393 K (suhu tinggi)

**Gambar 2** Efek termokromik kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  dalam komposit

Penentuan kurva transisi menggunakan program *Image J Sever* menunjukkan bahwa kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  mengalami histeresis dengan lebar 40 K. Kurva transisi yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 3. Kurva transisi yang menampilkan histeresis tersebut semakin menguatkan informasi bahwa terdapat senyawa kompleks tertentu yang memiliki karakteristik mengalami perubahan sifat secara reversibel pada rentang tertentu suhu ruang. Gambaran kurva transisi merupakan sifat spesifik dari tiap- tiap senyawa kompleks berkaitan dengan pemanfaatannya di dalam kehidupan sehari – hari untuk di ketahui oleh siswa.



**Gambar 3** Kurva transisi kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  dalam komposit

Fenomena histeresis yang di tunjukkan oleh kurva transisi tersebut, dapat diasosiasikan sebagai proses transisi spin elektron pada atom pusat. Efek histeresis ini juga memberikan penjelasan kepada siswa akan adanya ligan medan lemah dan ligan medan kuat yang memberikan sifat kemagnetan berbeda pada senyawa kompleks.

Dalam hal transisi spin dan sifat kemagnetan senyawa kompleks ini, dapat di amati oleh siswa sebagai perubahan warna senyawa kompleks ketika berada pada suhu tinggi dan suhu rendah. Perubahan warna yang kontras dari senyawa kompleks pada rentang suhu rendah dan suhu tinggi, dapat teramati dengan jelas pada komposit  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2 - \text{nata de coco}$ .

Penggunaan *nata de coco* sebagai matrik komposit merupakan bahan alternatif pengganti *nafion*. Dibandingkan dengan *nafion*, *nata de coco* memiliki kelebihan antara lain mudah di buat, lebih murah, mudah didapatkan di alam dan lebih sederhana. Dengan peralatan sederhana tersebut dapat menjelaskan fenomena transisi spin senyawa kompleks berdasarkan perubahan warna yang jelas. Sehingga secara praktis material komposit  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2 - \text{nata de coco}$  dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran dalam pembahasan tentang sifat senyawa kompleks. Pemanfaatan komposit  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2 - \text{nata de coco}$  sebagai media pembelajaran setidaknya dapat memenuhi tiga fungsi yaitu *pertama*

fungsi stimulasi yang menimbulkan ketertarikan untuk mempelajari dan mengetahui lebih lanjut segala hal yang ada pada media pembelajaran yang dapat dimanfaatkan guru untuk membuat proses pembelajaran yang menyenangkan dan tidak membosankan; *kedua* fungsi mediasi yang merupakan perantara untuk menjembatani komunikasi antara guru dan siswa; dan *ketiga* fungsi informasi yang menampilkan penjelasan yang ingin disampaikan guru sehingga siswa dapat menangkap keterangan atau penjelasan yang dibutuhkannya atau yang ingin disampaikan oleh guru.

### KESIMPULAN

1. Komposit  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  – *nata de coco* berhasil dibuat dengan cara menumbuhkan kristal kompleks  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  dalam matrik *nata de coco* .
2. Komposit  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  – *nata de coco* menunjukkan sifat termokromik yang sangat jelas, ketika dipanaskan pada suhu 373 K hingga 398 K berubah warna menjadi putih dan kembali ke warna ungu ketika diturunkan suhunya pada 358 k hingga 333 K. Kurva transisi yang diperoleh menunjukkan histeresis dengan lebar 40 K.
3. Penentuan histeresis dan sifat termokromik pada komposit  $\text{Fe}(\text{Htrz})_3(\text{BF}_4)_2$  – *nata de coco* merupakan metode yang sederhana dan praktis sehingga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif media pembelajaran pada senyawa kompleks.

### DAFTAR PUSTAKA

- Kustandi, Cecep dan Bambang, Sutjipto (2011) : Media Pembelajaran. Ghalia Indonesia. Bogor .
- Junaidi (2002): Peran Media Pembelajaran dalam Proses Belajar Mengajar, *Jurnal Mnagemen Pendidikan dan Pelatihan* vol.3 no.1
- Gütlich, P. dan Goodwin, H.A. (2004): Spin Crossover-An Overall Perspective, *Top. Curr. Chem.*, **233**, 1 – 47.
- Labanu, L. (2010) : Sintesis dan Aplikasi Senyawa Kompleks Besi(II) dengan Ligan 1,2,4 – Triazol untuk Pembelajaran Kimia. *Thesis*. Magister Pengajaran Kimia, ITB
- Nakamoto, A., Kojima, N., Jun, N. X., Morimoto, Y., Nakamura, A., (2005) : Demonstration of the Thermally Induced High Spin – Low Spin Transition for a Transparent Spin Crossover Complex Film  $[\text{Fe}^{\text{II}}(\text{Htrz})_3]$ - Nafion (trz = triazole), *Science Direct*, **24**, 2909 – 2912
- O'Neill, H., Evans, B.R., Woodward, J., (2002) : Bacterial Cellulose Membrane. Oakridge National Laboratory. Dept. of Biochemistry, Cellular and Molecular Biology. University of Tennessee
- Salitros, I., Madhu, N.T., Boca, R., Pavlik, J., Ruben, M. (2008) : Room Temperature Spin Transition Iron Compounds. *Springer – Verlag*