

SINTESIS SENYAWA KOORDINASI AKRILAMIDA DAN ASAM ADIPAT

Miftahul Khair dan Sherly Kasuma Warda Ningsih

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan IPA
Universitas Negeri Padang

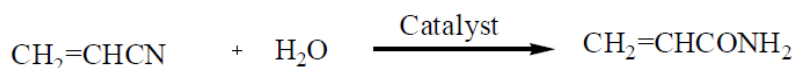
ABSTRAK: Telah dilakukan penelitian pembentukan senyawa koordinasi dengan menggunakan ligan akrilamida dan asam adipat, dengan menggunakan beberapa ion logam transisi. Teknik yang digunakan dengan difusi perlahan pada suhu kamar. Dari hasil penelitian terlihat bahwa akrilamida sangat sulit untuk bisa berkoordinasi dengan ion logam walaupun senyawa ini memiliki mode koordinasi yang banyak dan potensial. Sementara asam adipat dengan dua buah gugus karboksilat pada kedua ujungnya memperlihatkan potensi membentuk kompleks baru setelah diuji permulaan dengan spektra Infra merah.

Keyword: *senyawa koordinasi, akrilamida, asam adipat, teknik difusi*

PENDAHULUAN

Mobilitas senyawa ini dalam tanah cukup tinggi, dan dapat terurai di alam oleh organism (Wayne, 1969), Akrilamida mengandung dua gugus fungsional utama yaitu vinil karbon-karbon ikatan rangkap dan gugus amida.

Teknik untuk mensintesis Akrilamida telah dicobakan oleh C. Moureu (Jerman) pertama kali tahun 1893 dengan cara secara perlahan-lahan menambahkan ammonia kering ke dalam larutan benzena jenuh dari akrilil klorida pada 10 °C¹. Setelah mendidih difiltrasi untuk menghilangkan amonium klorida, dan akrilamida diendapkan dengan pendinginan. Akrilamida umumnya terbentuk pada hidrasi akrilonitril dengan asam sulfat pada suhu 90 sampai 100 °C dan bisa juga dengan hidrasi katalitik menggunakan katalis tembaga².



Skema 1 Hidrasi akrilonitril

Akrilamida menjadi menarik karena adanya laporan bahwa akrilamida juga bisa terbentuk dalam makanan tertentu yang dimasak pada suhu tinggi di atas 120 °C³. Informasi adanya akrilamida dalam beberapa jenis makanan yang digoreng maupun yang dimasak dalam oven telah menimbulkan kekhawatiran di seluruh dunia.

Akrilamida telah banyak diteliti dan tercatat sebagai zat dengan toksisitas yang cukup rumit. Hasil studi terhadap hewan menunjukkan bahwa akrilamida bersifat karsinogen pada hewan pengerat dan menghasilkan efek racun pada sistem reproduksi dan saraf. Sementara terhadap manusia akrilamida mungkin juga bersifat racun dan karsinogen. Kontaminasi terhadap akrilamida pada manusia bisa melalui inhalasi, maupun rute oral atau dermal. Akrilamida dapat masuk ke dalam tubuh melalui kulit, terhirup udara yang mengandung debu atau tetesan larutan material, atau tertelan.

Adalah penting untuk mengetahui kimia dari Akrilamida maupun senyawanya. Pengetahuan tentang ini akan membawa kita pada kesimpulan maupun metode untuk mengantisipasi potensi masalah kesehatan karena paparan akrilamida.

Ion logam terkoordinasi dengan akrilamida juga meningkatkan keelektrofilikan dari akrilamida dan meningkatkan reaktivitasnya. Nikel-mengandung 2-piridilantrensena yang mengandung Nikel, diketahui mengkatalisis konversi akrilamida menjadi etil akrilat⁴. Oleh karena itu, penelitian ini berkaitan dengan kimia koordinasi akrilamida dengan berbagai ion lain seperti Fe (II), Co (II), Ni (II), Cu (II) dan Zn (II).

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah Spektrofotometer IR, peralatan gelas, heater stirrer, kertas saring, neraca analitik, botol reagen, labu ukur, erlenmeyer, botol semprot, batang pengaduk, pipet tetes, dan statif. Bahan yang digunakan adalah akrilamida, etanol, metanol, aquadest dan garam-garam logam transisi.

Prosedur Kerja

Prosedur pembuatan kompleks Kompleks dibuat dengan cara difusi perlahan larutan garam logam transisi dengan larutan ligan akrilamida dan asam adipat. Bisa dilakukan tanpa dan dengan pemanasan.

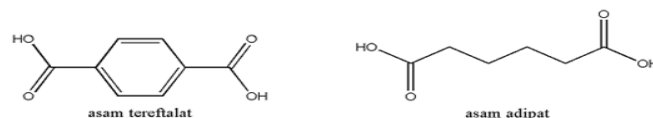
HASIL DAN PEMBAHASAN

Walaupun akrilamida memiliki 3 gugus yang potensial untuk membentuk ikatan koordinasi dengan logam, namun ternyata tidaklah semudah itu untuk membentuk kompleks dengan kondisi: pelarut air dan metanol, teknik sintesis adalah difusi lambat. Berbagai perbandingan mol logam dengan ligan serta jenis pelarut yang dibedakan ternyata belum mampu untuk menghasilkan kristal produk.

Dapat disimpulkan bahwa, teknik difusi lambat, yang tidak melibatkan pemanasan ataupun pengocokan tidak mampu menghasilkan produk kompleks yang dikehendaki. Dalam hal ini juga bisa dikatakan, bahwa kondisi akrilamida dalam tubuh setelah dikonsumsi, besar kemungkinan masih dalam wujud senyawanya.

Kompleks Logam – Asam Adipat

Asam adipat dengan dua buah gugus karboksilat terbukti cukup mudah membentuk kompleks. Lagi-lagi ini membuktikan kelebihan gugus karboksilat dalam membentuk kompleks dengan berbagai gugus lain yang bisa mendonorkan elektron.



Skema 2 Perbandingan Asam Tereftalat dan Asam Adipat yang sama-sama memiliki gugus karboksilat

Asam tereftalat yang sangat terkenal karena bisa membentuk kompleks polimer koordinasi MOF-5 yang ditemukan oleh Yaghi dkk, juga memperlihatkan peran gugus karboksilat dari asam tereftalat ini.

Table 1 Kondisi reaksi Logam-Akrilamida

Logam	Ligan 1	Perbandingan (mmol)	Pelarut	Hasil dan Pengamatan
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	Acrylamide	1 : 1	Metanol	Warna camp. biru homogen
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	Acrylamide	1 : 6	Metanol	Warna camp. biru homogen
CrCl_3	Acrylamide	1 : 1	Metanol	Warna camp. hijau homogen
CrCl_3	Acrylamide	1 : 6	Metanol	Warna camp. hijau homogen
CoCl_2	Acrylamide	1 : 1	Metanol	Larutan cobalt berwarna ungu, larutan acryamide bening, setelah dicampurkan warnanya biru tua
CoCl_2	Acrylamide	1 : 6	Metanol	Larutan cobalt berwarna ungu, larutan acrylamide bening, setelah dicampurkan warnanya biru tua
$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cd} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Acrylamide	1 : 1	Metanol	Warna camp. putih, ada endapan putih
$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cd} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Acrylamide	1 : 6	Metanol	Warna camp. putih, ada endapan putih
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	Acrylamide	1 : 1	Aquadest	Warna camp. biru muda, homogen, setelah 6 hari kondisi tetap, hanya sedikit pelarut yang menguap
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	Acrylamide	1 : 2	Aquadest	Warna camp. biru muda, homogen
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	Acrylamide	1 : 6	Aquadest	Warna camp. biru muda, homogen
CrCl_3	Acrylamide	1 : 1	Aquadest	Warna camp. hijau homogen, setelah 5 hari warna lar. menjadi biru tua
CrCl_3	Acrylamide	1 : 2	Aquadest	Warna camp. hijau homogen, setelah 5 hari warna lar. menjadi biru tua
CrCl_3	Acrylamide	1 : 6	Aquadest	Warna camp. hijau homogen, setelah 5 hari warna lar. menjadi biru tua
$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	Acrylamide	1 : 1	Metanol	Warna camp. hijau homogen, setelah 4 hari pelarut hampir habis menguap, warna larutan menjadi hijau pekat
$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	Acrylamide	1 : 6	Metanol	Warna camp. hijau homogen, setelah 4 hari pelarut hampir habis menguap, warna larutan menjadi hijau pekat
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Acrylamide	1 : 1	Metanol	Warna camp. bening, setelah 5 hari pelarut habis menguap
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Acrylamide	1 : 6	Metanol	Warna camp. bening, setelah 5 hari larutan masih bening homogen

Logam	Ligan	Perbandingan (mmol)	Pelarut	Hasil dan Pengamatan
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	Adipic acid	1 : 1	Metanol	Warna camp. biru, setelah 1 hari terbentuk endapan serbuk warna biru
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	Adipic acid	1 : 6	Metanol	Warna camp. biru homogen, setelah 1 hari terbentuk endapan serbuk warna biru
CrCl_3	Adipic acid	1 : 1	Metanol	Warna camp. hijau, setelah 1 hari pelarut habis menguap, ada endapan hijau kehitaman
CrCl_3	Adipic acid	1 : 6	Metanol	Warna camp. hijau homogen, setelah 1 hari terbentuk serbuk hijau kehitaman
CoCl_2	Adipic acid	1 : 1	Metanol	campuran berwarna ungu agak pink, homogen, setelah 6 hari ada terbentuk endapan putih
CoCl_2	Adipic acid	1 : 6	Metanol	campuran berwarna ungu agak pink, homogen, setelah 4 hari warna larutan pink
$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cd} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Adipic acid	1 : 1	Metanol	Larutan cadmium bening, larutan acrylamide bening, setelah dicampurkan warnanya putih, setelah 4 hari endapan sudah kering
$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cd} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Adipic acid	1 : 6	Metanol	larutan keruh/putih
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	Adipic acid	1 : 1	Aquadest	warna camp. biru, larutan homogen, setelah 5 hari pelarut , menguap dan endapan kristal bening
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	Adipic acid	1 : 1	Metanol	Warna camp. biru homogen
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	Adipic acid	1 : 6	Metanol	Warna camp. biru homogen
CrCl_3	Adipic acid	1 : 1	Metanol	Warna camp. hijau homogen
CrCl_3	Adipic acid	1 : 6	Metanol	Warna camp. hijau homogen
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Adipic acid	1 : 1	Metanol	Warna camp. bening, setelah 1 hari pelarut habis menguap, terdapat kristal bening seperti jarum
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Adipic acid	1 : 6	Metanol	Warna camp. bening, setelah 1 hari larutan masih bening homogen
$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	Adipic acid	1 : 1	Metanol	Warna camp. hijau homogen, setelah 1 hari pelarut hampir habis menguap, ada endapan putih dalam larutan hijau
$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	Adipic acid	1 : 6	Metanol	Warna camp. hijau homogen, setelah 1 hari pelarut hampir habis menguap, ada endapan putih dalam larutan hijau
$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cd} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Adipic acid	1 : 2	Metanol	Warna camp. putih, setelah 1 hari pelarut habis, terdapat endapan serbuk putih
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Adipic acid	1 : 1	Metanol	Warna camp. bening, setelah 1 hari pelarut habis menguap, terdapat kristal

				bening seperti jarum
Zn (NO ₃) ₂ .4H ₂ O	Adipic acid	1 : 6	Metanol	Warna camp. bening, setelah 1 hari larutan masih bening homogen
Cr (NO ₃) ₃ .9H ₂ O	Adipic acid	1 : 1	Metanol	Warna camp. hijau homogen, setelah 1 hari pelarut hampir habis menguap, ada endapan putih dalam larutan hijau
Cr (NO ₃) ₃ .9H ₂ O	Adipic acid	1 : 6	Metanol	Warna camp. hijau homogen, setelah 1 hari pelarut hampir habis menguap, ada endapan putih dalam larutan hijau

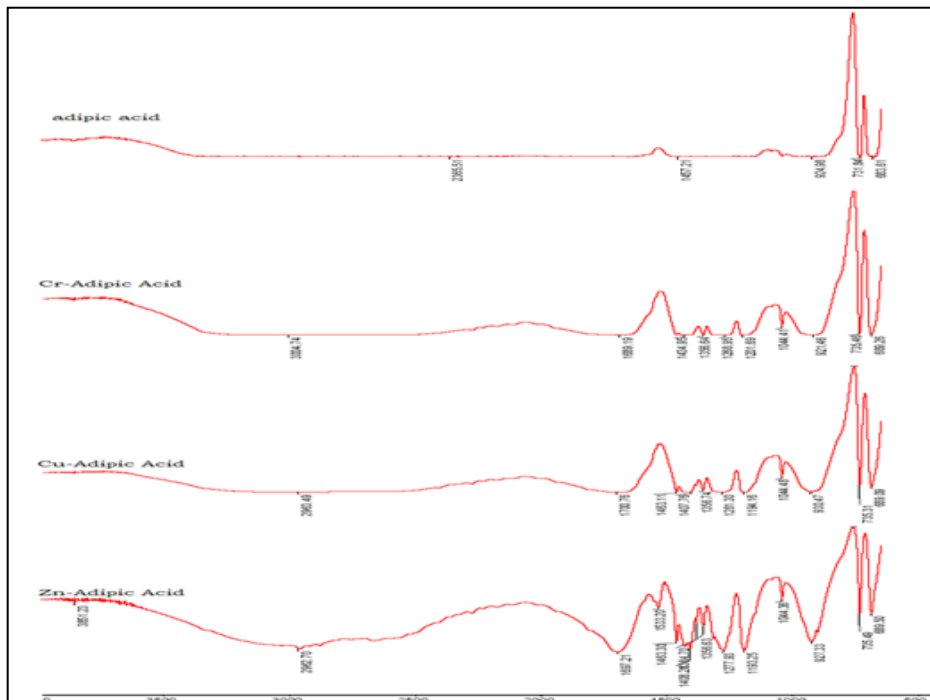
Dari kondisi reaksi di atas terlihat ada indikasi positif terjadinya reaksi antara logam dengan asam adipat, yaitu :

1. Cu(NO₃)₂ + Adipic acid dengan perbandingan mol 1 : 1 dengan pelarut Aquadest, yang menghasilkan kristal bening, dengan titik leleh 140 °C.
2. Zn (NO₃)₂ .4H₂O + Adipic acid dengan perbandingan mol 1 : 1 dengan pelarut Metanol, didapatkan kristal bening seperti jarum dengan titik leleh 138 °C

Titik leleh dari asam adipat sendiri adalah 152.1 °C. Ini merupakan indikator positif telah terbentuknya senyawa baru, yang diharapkan kompleks logam dengan asam adipat.

Pengujian dengan spektrofotomer FTIR

Ligan Asam Adipat kedua kompleks yang terbentuk kemudian diperiksa dengan menggunakan spektrofotomer FTIR dengan hasil sebagai berikut.



Gambar 1 Spektra IR dari Asam Adipat Logam -Asam adipat

Dari spektra IR logam-logam dengan asam adipat yang dibandingkan dengan asam adipat sendiri, terlihat hal sebagai berikut :

1. Adanya peak baru pada daerah $1430 - 1200 \text{ cm}^{-1}$.
2. Peak baru ini, kurang lebih sama pada kompleks Cr, Cr dan Zn dengan Asam Adipat.

Pengujian dengan titik leleh memperlihatkan titik leleh dari logam-asam adipat berbeda dengan titik leleh dari asam adipat sendiri. Ini merupakan indikasi cukup baik akan adanya senyawa baru. Data dari IR diatas dapat pula kita katakan sementara bahwa memang benar terjadinya senyawa baru yang berbeda dengan asam adipat.

SIMPULAN

Dari penelitian ini dapat ditarik beberapa hal berikut:

1. Akrilamida sulit bereaksi dengan ion logam pada kondisi yang lembut (tanpa agitasi pemanasan dan sejenisnya).
2. Asam adipat pada kondisi sejenis, bisa bereaksi dengan beberapa ion logam transisi.

SARAN

1. Akrilamida perlu diuji reaktifitasnya terhadap ion logam dengan menggunakan kondisi yang lebih 'keras' seperti, temperatur tinggi, penggunaan solvothermal, microwave dan lainnya.
2. Penentuan struktur absolut dari senyawa yang terindikasi kompleks logam-asam adipat yang baru hendaknya segera dilakukan dengan menggunakan difraksi sinar X kristal tunggal. Setelah itu perlu dicek ke'baru'an senyawa ini dengan database *Cambridge Structural Database*.

DAFTAR PUSTAKA

- Wayne, NJ. (1969), American Cyanamid Co., Process Chemicals Department, Chemistry of acrylamide,
- E. L. Carpenter, H. S. Davis, 1957, J. Appl. Chem. 7 hal 671.
- OECD, 2001, The application of biotechnology to industrial sustainability 77
- E. Tareke, P. Rydberg, P. Karlsson, S. Eriksson, M. Tornqvist, J. Agric. Food Chem. 50 (2002) 4998.
- J. A. Davis, F. R. Hartley, Chem. Rev. 81 (1981) 79.
- Boy Cornils, Peter Lappe "Dicarboxylic Acids, Aliphatic" in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry 2006, Wiley-VCH, Weinheim. doi:10.1002/14356007.a08_523
- J. F. Thorpe and G. A. R. Kon (1925), "Cyclopentanone", Org. Synth. 5: 37, <http://www.orgsyn.org/orgsyn/orgsyn/prepContent.asp?prep=CV1P0192>; Coll. Vol. 1: 192
- "Cherry Jell-O Nutrition Facts". Kraft Foods. <http://www.kraftbrands.com/Jello/nutritioninfo.aspx?Site=1&Product=4300020003>. Retrieved 21 Mar 2012.