



Pendahuluan

- Hidrolisa adalah reaksi kimia organik atau anorganik dimana air menyebabkan dekomposisi dengan adanya senyawa lain. Dua komponen itu adalah hydrogen dan hidroksil
- Kimia anorganic hidrolisis sering merupakan reaksi penetralan
- Kimia organik hidrolisis dapat berarti inversi gula, peruraian protein, penyabunan lemak atau ester dan langkah terakhir pada reaksi Grignard
- Semua reaksi tersebut dapat berlangsung dengan air saja, perlahan dan tidak selesai

Jenis Reaksi Hidrolisis

1. Hidrolisa murni hanya dengan air
2. Hidrolisa dengan asam berair, encer atau pekat
3. Hidrolisa dengan basa berair, encer atau pekat
4. Hidrolisa dengan lelehan alkali, sedikit atau tanpa air, suhu tinggi
5. Hidrolisa dengan enzim sebagai katalis

Klasifikasi yang lain :

1. Fase Cair
2. Fase uap

Agen Penghidrolisa

- Hidrolisa air merupakan reaksi dekomposisi air, tetapi reaksi hanya dengan air tidak efektif dan membutuhkan suhu dan tekanan tinggi. Oleh karena itu dibutuhkan agen pemercepat reaksi.
- Agen pemercepat adalah basa, asam dan enzim penghidrolisa

Air

- Asam – asam anhidrat, lakton, laktida dan etilen oksida terhidrolisa sendiri dengan air.
- Alkil halide dengan komposisi kompleks bereaksi hanya dengan air
- Garam – garam diazonium bereaksi spontan dengan air jika dipanaskan



- Asam bezesulfonic dengan steam menghasilkan benzene dan asam sulfat

Penghidrolisa Asam

- Asam yang sering dipakai adalah asam klorida dan asam sulfat dengan konsentrasi rendah atau tinggi
- Penggunaan asam sulfat misalnya pemecahan lemak menjadi asam lemak, pembuatan alcohol dari etilen, hidrasi asetilen menjadi aldehid
- Salah satu penggunaan asam klorida pada proses hidrolisa protein, contohnya gluten menjadi sodium glutamat

Penghidrolisa Basa

- Basa konsentrasi rendah untuk menghidrolisa ester
- Basa dengan konsentrasi dan tekanan tinggi



kadang diikuti dengan reaksi



uap hidrokarbon terklorinasi dengan bercampur dengan steam dan basa padat lime akan menghasilkan alkohol



- Lelehan basa NaOH atau KOH

Penghidrolisa enzim

- Molases terkonversi oleh enzim invertase dalam industri alkohol
- Pada industri pembuatan bir , proses hidrolisa pati menjadi maltosa dan glukosa dengan enzim amilase

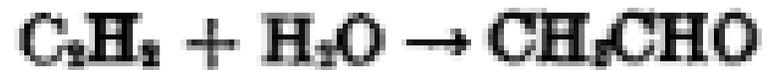
Senyawa yang dapat dihidrolisa

1. Hidrokarbon

hidrokarbon tidak dapat dihidrolisa baik dengan air, asam, basa atau enzim.

pada hidrokarbon tak jenuh seperti etilen dapat terhidrolisa.

asetilen bereaksi dengan air



benzen dengan steam membentuk phenol

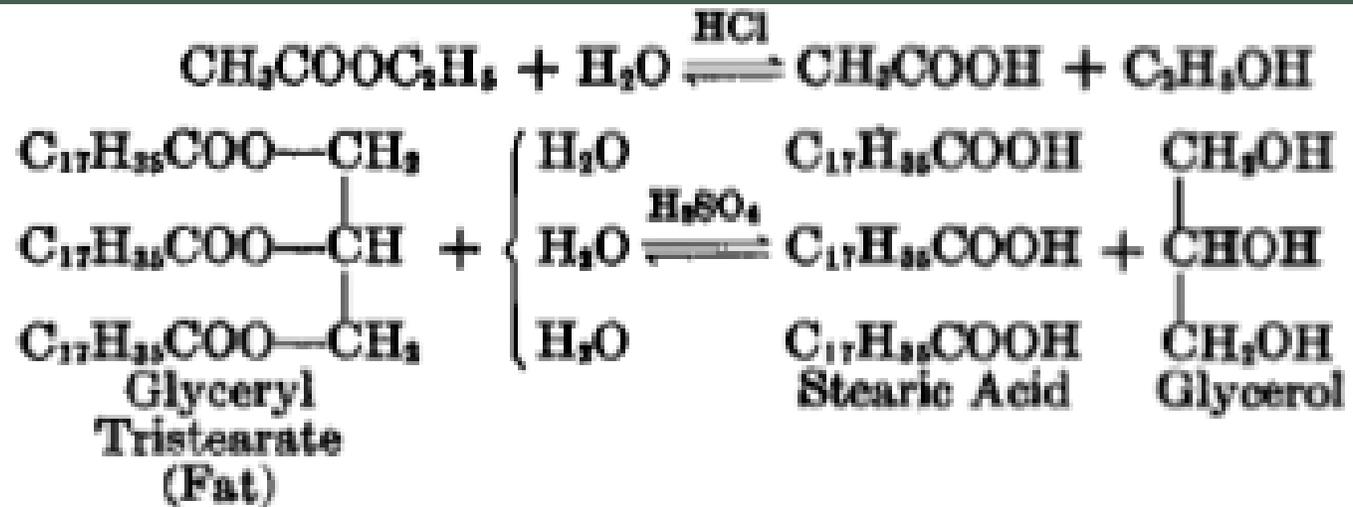


2. Karbohidrat

- Selulosa dihidrolisa menjadi glukosa dengan asam dan enzim selulase
- Chip kayu dihidrolisa menjadi glukosa dengan asam sulfat $\frac{1}{2}$ %
- Proses Rheinau menggunakan asam klorida 41% untuk menghidrolisa chip kayu pada suhu 21°C.
- Disakarida seperti maltosa dan sukrosa menghasilkan monosakarida jika dihidrolisis dengan asam atau enzim
- Larutan asam atau enzim dapat menghidrolisa pati menjadi maltosa dan glukosa, inulin menjadi fruktosa

3. ester

- Ester dapat dihidrolisa dengan asam, basa atau enzim
- Contoh yang penting adalah hidrolisa minyak dan lemak untuk menjadi gliserol, sabun atau asam lemak



4. Eter (Oksida Organik)

- Eter dapat dihidrolisa menjadi etil alkohol dengan menggunakan asam sulfat 10% pada suhu 273°C , tekanan lebih dari 25 psi
- Penambahan air pada difenil oksida akan menghasilkan fenol



5. Halida Organik

- KOH alkoholik akan mengubah alkil halida menjadi alkohol



- Etilen klorohidrin terhidrolisa menjadi etilen glikol dalam larutan natrium bikarbonat



6. Senyawa nitrogen

- Amida terhidrolisa menjadi garam-garam amonium jika dipanaskan dengan air



- Isosianida terhidrolisa dengan asam membentuk asam dan amina



Termodinamika reaksi hidrolisa

- Driving force reaksi adalah perubahan energi bebas yang dihubungkan dengan konstanta kesetimbangan (K)

$$\Delta F^\circ = -RT \ln K$$

$$\Delta F^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$$

- Jika energi bebas bernilai negatif, reaksi spontan
- Pengaruh suhu dan tekanan pada kesetimbangan berlaku seperti pada hukum Le chatelier

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H^\circ}{RT^2}$$

Kinetika dan mekanisme reaksi hidrolisa

- Konstanta kecepatan reaksi dinyatakan dengan persamaan yang diturunkan dari persamaan arhennius

$$k = PZe^{-E/RT}$$

TABLE 13-2. CONSTANTS FOR THE EQUATION, $k = PZe^{-E/RT}$, FOR SOME TYPICAL HYDROLYTIC REACTIONS

Hydrolysis	Condition	Solvent	Temp, °C	k , sec ⁻¹	log ₁₀ PZ	E , kg-cal/mole	Ref.*
Methyl acetate.....	Acid	Aq. acetone	25	5.49×10^{-6}	7.6	16.2	1
	Alkaline	Aq. acetone	25	1.37×10^{-1}	7.6	11.5	1
Ethyl acetate.....	Acid	Aq. acetone	30	4.27×10^{-4}	9.3	16.2	2, 3
	Acid	Aq. acetone	40	10.10×10^{-3}	9.3	16.2	2, 3
	Acid	Alcohol-water	100	4.03×10^{-6}	7.53	16.2	4
	Alkaline	Aq. acetone	20	2.13	7.6	9.8	2, 3
	Alkaline	Aq. acetone	30	3.74	7.6	9.8	2, 3
Ethyl thioacetate.....	Acid	Aq. acetone	30	1.34×10^{-4}	9.0	17.8	2
	Alkaline	Aq. acetone	30	3.45	10.9	14.4	2
Cellulose acetate.....	0.1 <i>N</i> alkali	.....	25	0.226	8.04	11.7	5
Ethylene chlorhydrin...	Neutral	Alcohol-water	79	1.27×10^{-6}	8.4	26.2	6
Propylene α -chlorhydrin	NaOH	.....	25	0.27	14	19.9	7
Isopropyl chloride.....	.....	Aq. ethanol	25	1.9×10^{-6}	8.32	23.2	8
Tertiary butyl chloride..	.....	Aq. ethanol	25	9.14×10^{-6}	11.89	23.1	8

Pengaruh suhu terhadap kecepatan reaksi hidrolisis

- Secara umum kecepatan reaksi hidrolisis meningkat dengan peningkatan suhu

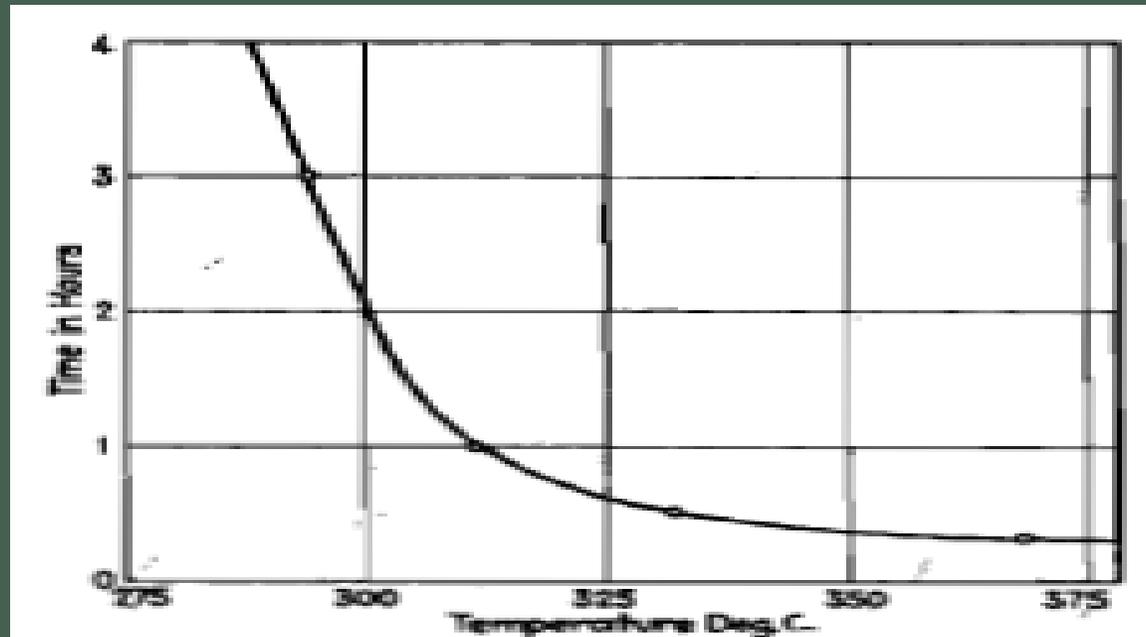


FIG. 13-1. Relation between the temperature and the time necessary to secure a 92 per cent yield of phenol from chlorobenzene and aqueous caustic.

Pengaruh Konsentrasi pereaktan

- Kenaikan konsentrasi pereaktan akan menaikkan kecepatan reaksi, tetapi akan meningkatkan kemungkinan terbentuknya produk samping

Etilen Glikol

- Etilen glikol atau 1,2 etanediol sebagai nama IUPAC yang memiliki rumus molekul $C_2H_6O_2$ atau $HOCH_2CH_2OH$
- Etilen glikol merupakan glikol dengan senyawa diol sederhana
- Senyawa diol adalah senyawa yang memiliki gugus hidroksil (OH) dimana senyawa ini pertama kali ditemukan oleh Wurts pada tahun 1859.
- Etilen glikol merupakan cairan jenuh, tidak berwarna, tidak berbau, berasa manis dan larut sempurna dalam air.
- Bahan baku utama pada pembuatan etilen glikol adalah etilen oksida dan air

Beberapa proses pembuatan Etilen Glikol

1. Proses Du Pont Formaldehid
2. Hidrasii Etilen oksida
3. Etilen glikol dari Transesterifikasi etilen karbonat
4. Oksiklorinasi Teijin
5. Proses Asetoksilasi Halcon
6. Proses union carbide syngas
7. Proses union carbide – ube syngas

Proses Du Pont Formaldehid

- Proses Du Pont, formaldehid bereaksi dengan karbon monoksida dan air, yang dijalankan pada suhu 200°C dan tekanan 700 atm untuk memproduksi glycolic acid (90 – 95%)

Hidrasi Etilen Oksida

- Pada proses ini reaksi memiliki tiga cara

1. Reaksi hidrasi non katalitik

Pada reaksi ini pembentukan etilen glikol dilakukan dalam fase cair. Tekanan operasi berada pada rentang 14 – 22 atm dengan suhu antara 190 – 200° C. Sedangkan yield yang dihasilkan bisa mencapai sebesar 99,5% dan konversi sebesar 99,8%.

2. Hidrasi Katalitik Fase Cair

Hidrasi etilen glikol menggunakan katalis dapat berupa katalis asam atau basa. Penggunaan katalis basa akan menghasilkan glikol lebih tinggi bila dibandingkan dengan katalis asam.

3. Hidrasi Katalitik Fase Uap

Proses hidrasi katalitik fase uap diperlukan adanya katalis berupa katalis silver oksida dan aluminium dengan kondisi operasi suhu dan tekanan yang lebih rendah dari proses non katalitik. Tetapi yield yang dihasilkan hanya sebesar 80% dan dengan konversi sebesar 20%.

Etilen Glikol dari Transesterifikasi Etilen Karbonat

- Proses transesterifikasi etilen karbonat ini didasarkan pada reaksi dari etilen karbonat dengan metanol untuk menjadi dimetil karbonat dan etilen glikol yang digambarkan Paten Texaco

Oksiklorinasi Teijin

- Proses pembuatan etilen glikol dengan proses oksiklorinasi yaitu dengan mereaksikan garam $TiCl_3$ didalam air dan asam klorida dibantu dengan katalis Teijin

Proses Asetoksilasi Halcon

- Pembuatan etilen glikol dengan proses asetoksilasi halcon ini meliputi dua langkah, dimana terjadi pembentukan diasetat melalui proses oksidasi, lalu pembentukan monoasetat dan menjadi etilen glikol

Proses Union Carbide Syngas

- Proses ini menggunakan katalis rodium dan menggunakan solven berupa tetrahidrofurana pada suhu 190 – 230°C dan tekanan tinggi 3400 atm.
- Dengan mencampur gas CO dan H₂ secara ekuimolar akan di konversikan menjadi etilen glikol dan produk samping

Proses Union Carbide Ube Syngas

- Proses yang terjadi adalah pembentukan oksilat dari syngas, kemudian hidrogenasi oksilat pada suhu dan tekanan rendah, kemudian dilakukan pemurnian untuk menghasilkan etilen glikol.

Tabel 3. Perbandingan Proses Pembuatan Etilen Glikol

No	Jenis Proses	Tekanan	Temperatur	Yield	Konversi	Biaya
1	Du Pont Formaldehid	700 atm	200°C	75%	kecil	mahal
2	Hidrasi Etilen Oksida					
a.	Hidrasi Non Katalitik Fase Cair	14 - 22 atm	190 - 200°C	99,5%	99,8%	murah
b.	Hidrasi Non Katalitik Fase Uap	<non-katalitik	<non-katalitik			murah
c.	Hidrasi Katalitik	<non-katalitik	<non-katalitik	80%	20%	mahal
3	Hidrasi Etilen Karbonat	3 - 97 atm	90 – 200°C	rendah	75%	mahal
4	Oksiklorinasi Teijin			90%	75%	mahal
5	Asetoksilasi Halcon	20 – 30 atm	90 – 200°C	75%		murah
6	Union Carbide Syngas	3400 atm	190 – 230°C			mahal
7	Union Carbide-Ube Syngas	rendah	rendah	98,7%	98,6%	

Kegunaan Etilen Glikol

- Sebagai anti beku pada radiator kendaraan bermotor
- Sebagai bahan baku polyester dan tereftalat (bahan baku serat sintetis)
- Digunakan untuk resin alkid dan resin polyester untuk cat
- Untuk membantu pada proses penggilingan semen
- Sebagai bahan untuk mengurangi lapisan es yang ada di kaca depan dan sayap pada pesawat
- Digunakan dalam rem dan meredam guncangan

- Sebagai cairan untuk inhibitor dan mencegah karet membengkak
- Sebagai pelumas tahan api
- Untuk pelarut pada pewarna
- Untuk menghentikan terbentuknya ammonia perborate pada kapasitor elektrolit

Di Indonesia secara umum, etilen glikol digunakan untuk bahan baku industri tekstil (polyester) digunakan untuk bahan baku tambahan pembuatan cat, cairan lem, solvent (pelarut), tinta cetak, tinta pada pena, kosmetik dan bahan anti beku.

Perancangan proses produksi etilen glikol

- Perancangan pabrik kimia etilen glikol menggunakan proses hidrasi. Proses hidrasi adalah reaksi penambahan satu atau lebih molekul air kedalam suatu molekul.
- Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan etilen glikol ini adalah etilen oksida dan air.
- Etilen oksida bereaksi dengan air membentuk monoetilen glikol



- Produk etilen glikol yang terbentuk akan bereaksi lebih lanjut dengan etilen oksida membentuk dietilen oksida dan trietilen oksida dengan reaksi



Tahapan proses

- Tahap persiapan bahan baku : Etilen oksida dg kemurnian 99,97% dengan suhu 30°C tekanan 2,2 atm dan air pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm
- Tahap sintesa etilen glikol : sintesa etilen glikol bertujuan untuk mereaksikan etilen oksida dalam fasa cair dan air di dalam reaktor sehingga terbentuk produk etilen glikol dan produk samping berupa dietilen glikol dan trietilen glikol.
- Tahap pemisahan air dan larutan glikol : proses pemisahan dengan menggunakan evaporator
- Tahap pemurnian produk : memisahkan produk etilen glikol dari produk samping serta memekatkan etilen glikol dalam kolom distilasi.
- Produk samping berupa dietilen glikol dan trietilen glikol dipisahkan dengan kolom distilasi.

