

Ery Fatarina Purwaningtyas



PROSES INDUSTRI KIMIA

Jilid 1



Proses Industri Kimia

Jilid 1

Ery Fatarina Purwaningtyas



Penerbit

**PUSAT PENGEMBANGAN PENDIDIKAN
DAN PENELITIAN INDONESIA**

PROSES INDUSTRI KIMIA: JILID 1

Penulis:

Ery Fatarina Purwaningtyas

ISBN: 978-623-8488-33-9 (no.jil.lengkap)

978-623-8488-34-6 (jil.1)

Editor:

Muhamad Suhardi

Penyunting:

Randi Pratama Murtikusuma

Anggota IKAPI Nomor: 009/NTB/2021

Desain sampul dan tata letak:

M. Hidayat

Penerbit:

Pusat Pengembangan Pendidikan dan Penelitian
Indonesia

Redaksi:

Lingkungan Handayani, Leneng, Praya, Lombok Tengah,
NTB (83515)

Telp +6285239967417 Email: p4i.indonesia@gmail.com

Distributor Tunggal:

Yayasan Insan Cendekia Indonesia Raya

Lingkungan Handayani, Leneng, Praya, Lombok Tengah,
NTB (83515)

Telp +6285239967417 Email:

insancendekiaindonesiaraya@gmail.com

Cetakan Pertama, April 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Selamat datang dalam halaman-halaman buku ini yang berjudul "Proses Industri Kimia". Buku ini mempersembahkan suatu pengantar komprehensif ke dalam dunia yang penuh tantangan dan inovasi dari industri kimia, yang memiliki peran penting dalam memenuhi berbagai kebutuhan masyarakat modern. Proses industri kimia adalah inti dari banyak produk yang kita gunakan sehari-hari, mulai dari bahan makanan hingga bahan bakar, farmasi, material konstruksi, dan masih banyak lagi. Buku ini disusun sebagai pendamping referensi untuk mata kuliah Proses Industri Kimia 1 pada Program Studi Teknik Kimia.

Melalui buku ini, penulis ingin membantu Anda memahami bagaimana proses industri kimia bekerja, teknologi yang digunakan, dan peran vitalnya dalam menciptakan produk-produk yang kita andalkan. Buku ini disusun dengan tujuan memberikan pemahaman yang mendalam tentang berbagai aspek proses industri kimia, termasuk prinsip-prinsip dasar, peralatan, teknik-teknik terbaru, serta dampak sosial dan lingkungan.

Penulis berharap bahwa buku ini akan menjadi panduan yang berguna bagi para mahasiswa, profesional,

dan semua mereka yang tertarik dalam dunia kimia industri. Seiring dengan perkembangan industri yang semakin pesat, pengetahuan mengenai proses industri kimia akan semakin penting. Semoga buku ini bisa memberikan pandangan yang mendalam dan memuaskan serta menginspirasi Anda untuk menjelajahi lebih jauh dalam ilmu ini.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Alifadjri Gymnastiar (mahasiswa Teknik Kimia Angkatan 2021), semua yang telah berkontribusi dalam pembuatan buku ini dan para ilmuwan yang telah berbagi pengetahuan. Kami juga berterima kasih kepada para pembaca yang telah memilih buku ini sebagai sumber ilmu. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat yang berkelanjutan bagi Anda.

Selamat membaca..

Ery Fatarina Purwaningtyas

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
BAB I PENGANTAR INDUSTRI KIMIA	1
1.1. Pengertian Pabrik dan Industri	1
1.2. Pengertian Industri Kimia	4
1.3. Klasifikasi Industri Kimia	5
1.4. Teknologi Proses Kimia	7
1.5. Diagram alir Proses	14
BAB II NITRASI	18
2.1. Pendahuluan	18
2.2. <i>Nitrating agent</i> /Senyawa penitrasi	19
2.3. Senyawa yang dapat dinitrasi.	19
2.4. Kegunaan Proses Nitration pada Industri Kimia.....	22
2.5. Faktor yang Berpengaruh Pada Nitration	24
2.6. Termodinamika Reaksi Nitration	25
2.7. Peralatan Proses Nitration.....	28
BAB III OKSIDASI	35
3.1. Pendahuluan	35
3.2. Bahan Pengoksidasi/Oksidating Agent	36
3.3. Aplikasi Reaksi Oksidasi.....	37
3.4. Termodinamika Reaksi Oksidasi.....	40
3.5. Peralatan Pada Reaksi Oksidasi	40
BAB IV AMINASI	42
1.1. Pendahuluan	42
1.2. Aminating Agent.....	46
1.3. Penggunaan Katalis Pada Proses Aminasi.....	48
1.4. Senyawa Yang Dapat di Aminasi	49
1.5. Faktor Berpengaruh Pada Proses Aminasi	51

1.6. Aplikasi Proses Aminasi di Industri.....	51
BAB V HIDROGENASI	54
1.1. Pendahuluan	54
1.2. Bahan Penghidrogenasi.....	55
1.3. Type Proses Hidrogenasi	55
1.4. Senyawa Yang Mengalami Hidrogenasi	56
BAB VI HIDROLISIS	60
6.1. Pendahuluan	60
6.2. Bahan Penghidrolisis.....	60
6.3. Type reaksi Hidrolisis	61
6.4. Senyawa yang dapat dihidrolisis	62
6.5. Aplikasi Hidrolisis di Industri	63
BAB VII HALOGENASI	65
7.1. Pendahuluan	65
7.2. Halogenasi Agent	65
7.3. Mekanisme Reaksi Halogenasi.....	66
7.4. Type Reaksi Halogenasi.....	66
7.5. Aplikasi proses halogenasi di Industri.....	69
BAB VIII SULFONASI.....	71
8.1. Pendahuluan.....	71
8.2. Sulfonasi Agent	72
8.3. Senyawa yang dapat disulfonasi	73
8.4. Aplikasi Sulfonasi di Industri	74
DAFTAR PUSTAKA	77
TENTANG PENULIS.....	80

BAB I

PENGANTAR INDUSTRI KIMIA

1.1. Pengertian Pabrik dan Industri

Pabrik (*plant/factory*) adalah fasilitas atau tempat yang dirancang dan digunakan untuk memproduksi barang atau mengolah bahan mentah menjadi produk dalam jumlah besar secara berkelanjutan. Pabrik adalah inti dari sektor manufaktur dalam ekonomi modern dan berfungsi sebagai pusat produksi massal berbagai produk, mulai dari makanan, pakaian, peralatan elektronik, kendaraan, hingga berbagai produk manufaktur lainnya.

Beberapa karakteristik umum dari sebuah pabrik termasuk:

1. **Mesin dan Peralatan:** Pabrik dilengkapi dengan mesin-mesin dan peralatan khusus yang digunakan untuk mengolah bahan mentah menjadi produk akhir. Mesin-mesin ini dapat sangat bervariasi tergantung pada jenis produk yang diproduksi.
2. **Tenaga Kerja:** Pabrik mempekerjakan tenaga kerja yang terampil dan tidak terampil untuk mengoperasikan mesin-mesin, memantau

produksi, melakukan perawatan, dan tugas-tugas terkait lainnya. Peran manusia sangat penting dalam proses produksi pabrik.

3. Bahan Baku: Pabrik membutuhkan bahan mentah atau bahan baku untuk digunakan dalam proses produksi. Bahan ini dapat berupa logam, plastik, kertas, kain, bahan kimia, atau jenis bahan lainnya, tergantung pada jenis produk yang diproduksi.
4. Proses Produksi: Pabrik memiliki proses produksi tertentu yang dirancang untuk mengubah bahan mentah menjadi produk akhir. Proses ini bisa melibatkan beberapa tahapan, seperti pemotongan, penggilingan, pengecoran, perakitan, pengujian, dan sebagainya.
5. Kapasitas Produksi: Pabrik memiliki kapasitas produksi yang ditentukan oleh desain dan ukuran pabrik serta efisiensi mesin dan proses produksi. Kapasitas ini mengukur seberapa banyak produk yang dapat diproduksi dalam periode waktu tertentu.
6. Standar Kualitas: Pabrik biasanya memiliki standar kualitas yang ketat untuk memastikan produk yang dihasilkan memenuhi kualitas yang diharapkan oleh pelanggan dan standar industri.

Pabrik-pabrik ada dalam berbagai bentuk dan ukuran, mulai dari pabrik kecil dengan produksi terbatas hingga pabrik besar dengan lini produksi otomatis yang canggih. Tujuan utama dari sebuah pabrik adalah meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi biaya produksi, dan menghasilkan produk berkualitas tinggi dalam jumlah besar untuk memenuhi permintaan pasar.

Industri adalah sektor ekonomi yang berfokus pada produksi barang dan jasa secara massal atau dalam skala besar. Aktivitas industri melibatkan pemrosesan bahan mentah atau bahan baku menjadi produk akhir yang dapat dijual kepada konsumen atau digunakan dalam kegiatan lainnya. Industri merupakan kelompok usaha yang menghasilkan produk yang serupa atau sejenis, sedangkan produk adalah barang atau jasa yang ditawarkan oleh industri.

Industri dapat mencakup berbagai sektor dan subsektor, termasuk manufaktur, pertambangan, energi, teknologi informasi, transportasi, kesehatan, dan banyak lagi. Beberapa jenis industri yang umum termasuk industri manufaktur (yang melibatkan produksi barang

fisik seperti mobil, peralatan elektronik, dan produk konsumen lainnya), industri jasa (yang mencakup penyediaan layanan seperti perbankan, perawatan kesehatan, dan pendidikan), serta industri pertanian dan pertambangan (yang mencakup produksi makanan dan sumber daya alam seperti minyak, gas, dan logam).

1.2. Pengertian Industri Kimia

Industri kimia adalah sektor ekonomi yang berfokus pada produksi, pengolahan, dan distribusi bahan kimia, baik dalam bentuk bahan baku maupun produk jadi. Industri ini mencakup berbagai jenis proses kimia dan teknologi untuk menghasilkan berbagai produk, termasuk bahan kimia dasar, plastik, petrokimia, farmasi, agrokimia, cat, bahan peleburan logam, bahan kimia konstruksi, kosmetik, dan banyak produk kimia lainnya.

Industri kimia memiliki peran penting dalam berbagai sektor ekonomi lainnya, seperti industri otomotif, elektronik, makanan dan minuman, pertanian, dan lain-lain. Banyak produk sehari-hari yang kita gunakan, seperti pakaian, komputer, obat-obatan, pupuk, dan banyak lagi, memiliki komponen atau bahan yang dihasilkan melalui proses industri kimia.

Meskipun industri ini memberikan manfaat signifikan dalam bentuk produk-produk yang kita gunakan, juga penting untuk memperhatikan dampak lingkungan dan keselamatan dalam produksi dan penggunaan bahan kimia, serta mengikuti peraturan yang ketat dalam mengelola limbah dan risiko terkait.

1.3. Klasifikasi Industri Kimia

Industri kimia dapat sangat beragam, mulai dari pabrik-pabrik besar yang memproduksi bahan kimia dalam jumlah besar hingga perusahaan kecil yang menghasilkan produk kimia khusus dalam skala yang lebih kecil. Klasifikasi industri kimia adalah sebagai berikut:

1. Industri kimia dasar: yaitu industri proses kimia yang menghasilkan produk zat kimia dasar, seperti asam sulfat (H_2SO_4) dan ammonia (NH_3)
2. Industri pengolahan minyak bumi atau petroleum refinerya: pada industri ini dihasilkan komponen-komponen bahan bakar minyak (BBM), seperti: bensin, kerosene, bahan bakar penerbangan, solar, minyak diesel. Selain itu dihasilkan juga produk-produk selain komponen bahan bakar minyak

(non BBM), seperti, pelumas, wax, aspal, solvent maupun produk petrokimia.

3. Industri petrokimia: yaitu industri yang mengolah zat atau bahan yang berasal dari fraksi minyak bumi, seperti: Etilen (C_2H_4) dan Propilen (C_3H_6).
4. Industri pengolahan logam
5. Industri oleokimia: yaitu industri yang mengolah zat atau bahan yang berasal dari fraksi minyak atau lemak nabati atau hewani, seperti pabrik CPO (*Crude Palm Oil*).
6. Industri agrokimia: yaitu industri yang memproduksi aneka pupuk dan bahan kimia untuk budidaya pertanian, seperti pestisida, urea, ammonium sulfat.
7. Industri makanan dan minuman, seperti: susu, gula, garam.
8. Industri bahan pewarna dan pencelup.
9. Industri bahan peledak
10. Industri pulp dan kertas
11. Industri semen dan keramik
12. Industri karet, kulit dan plastik



Gambar 1. Salah Satu Industri Petrokimia di Indonesia
(<https://petrokimia-gresik.com/news>)

1.4. Teknologi Proses Kimia

Teknologi proses kimia adalah bidang dalam ilmu kimia dan teknik kimia yang berkaitan dengan pengembangan, perancangan, operasi, dan pengoptimalan proses kimia untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang diinginkan. Ini melibatkan penggunaan berbagai prinsip kimia, fisika, matematika, dan rekayasa untuk mencapai tujuan tertentu dalam produksi kimia atau pemurnian bahan.

Sedangkan proses secara umum merupakan perubahan dari masukan (*input*) dalam hal ini bahan baku setelah melalui proses maka akan menjadi keluaran (*output*) dalam bentuk produk. Ada tiga kata kunci dalam

mengartikan proses, yaitu input, perubahan dan output, sebagaimana terlihat pada gambar 2.



Gambar 2: Hubungan Antara Bahan Baku dan Produk

Pemahaman tentang “teknologi proses” adalah merupakan aplikasi dari ilmu pengetahuan untuk merubah bahan baku menjadi produk atau bahan yang mempunyai nilai lebih (*added value*), dimana perubahan dapat berupa perubahan yang bersifat fisik maupun perubahan yang bersifat kimia, pada skala besar atau disebut dengan skala industri.

Perubahan yang bersifat fisik disebut dengan satuan operasi (*unit operation*), sedangkan yang bersifat perubahan kimia disebut dengan satuan proses (*unit process*). Pengolahan bahan mentah menjadi hasil, industri memerlukan efisiensi yang pada intinya dilihat baik dari segi teknis maupun sosial ekonomi. Tujuan ini diwujudkan dalam praktek dengan asumsi dalam setiap operasi diupayakan mendapatkan hasil yang sebanyak-banyaknya, waktu singkat dan biaya murah. Berdasarkan

pengolahan dilakukan oleh suatu pabrik, proses produksi dapat dibagi dalam tiap unit, seperti tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Pembagian Unit dalam Produksi

PROSES PRODUKSI		
UNIT I Persiapan Bahan baku	UNIT II Proses/sintesa	UNIT III Finishing

1.4.1. Unit I Persiapan Bahan Baku

Unit ini bertugas mempersiapkan bahan baku/bahan mentah/bahan dasar/raw material sesuai dengan kondisinya dengan kondisi yang dipersyaratkan pada unit proses atau sintesa. Persiapan itu dapat berupa:

- Penyesuaian bentuk/unit fasa: kasar, kecil, serbuk, cair dan sebagainya.
- Penyesuaian kosentrasi/komposisi: murni, pekat, encer larutan dan sebagainya.
- Penyesuaian kondisi: tekanan, suhu, kosentrasi.
- Trasnportasi bahan dasar/pengambilan bahan baku sebelum diolah unit proses II.

Untuk melaksanakan tugas persiapan bahan baku maka pada unit I ini pada umumnya akan terdapat alat-alat:

a. Alat-alat penyesuai bentuk dan fase

Termasuk alat – alat tersebut antara lain alat penukar panas (*heat exchanger*), *crusher*, *melting*, *condensor*, *stabilasator*, *evaporator*, *ball mill*, dan alat – alat pengubah fase.

b. Alat-alat pemisah

Tugas dari alat – alat ini adalah untuk memisahkan dari berbagai fasa misalnya fasa padat menjadi cair, contoh tebu menjadi nira. Fasa cair menjadi gas, contoh: minyak mentah menjadi bensin; fasa gas menjadi cair contoh: nitrogen menjadi amoniak dan alat –alat seperti kolom fraksinasi, evaporator, separator dan lain sebagainya. Tabel 2 menunjukkan perbedaan sifat dari komponen-komponen campurannya dimanfaatkan sebagai dasar pemisahan alat – alat pemisah yang digunakan.

Tabel 2. Bahan Pemisah dan Alat Pemisahannya

No	Perbedaan sifat	Nama alat
1.	Titik didih	kolom fraksinasi, pengering
2.	Titik lebur	melter
3.	Kelarutan	absorber, kristaliasator
4.	Ukuran butir	pengayak, saringan
5.	Fasa	saringan, centrifuse, settler
6.	Berat jenis	centrifuse, settler, clarifier
7.	Kekerasan	<i>crusher</i>
8.	Magnit	<i>belt conveyor magnit</i>
9	Sifat kimia	reaktor

- c. Alat – alat pengatur suhu, tekanan dan komposisi, terdiri dari: pengatur suhu (*Heater, Cooler, Heat Exchanger*); pengatur tekanan (kompresor, pompa, kran, expansion valve; pengatur komposisi: mixer, blender, tangki berpengaduk).
- d. Alat-alat transportasi dan alat pembantu, terdiri dari: belt conveyor, elevator pompa, pipa, tangki penampung dan berbagai macam convoyer lain.

1.4.2. Unit II Proses dan Syntesa

Unit ini bertugas melakukan pengolahan bahan dasar, dan mengubahnya menjadi senyawa

hasil yang diinginkan/produk. Pengolahan dapat bersifat fisika atau kimia namun untuk industri kimia, pengolahan yang dilakukan umumnya berupa pengolahan kimia. Untuk pengolahan bahan bahan dasar pada umumnya diperlukan tenaga, dalam bentuk panas listrik, cahaya maupun tenaga fisik (pukulan, gesekan, dan sebagainya). Panas sebagai tenaga, sebagian besar diperoleh dari pembakaran bahan bakar (gas alam, minyak bumi, arang, tenaga matahari tenaga panas reaksi kimia, nuklir dan sebagainya).

Pada unit pengolahan bahan bahan baku diubah menjadi hasil/produk, sering kali terjadi perubahan sifat dari bahan bakunya. Alat yang berfungsi sebagai tempat reaksi berlangsung/sintesa kimia ini disebut sebagai **reaktor**. Pada umumnya reaktor dilengkapi dengan alat alat lain, hal itu disebabkan karena dalam reaktor terjadi sintesa yang memerlukan kondisi operasi yang sesuai kondisi operasi yang dimaksud antara lain: suhu, tekanan, konsentrasi, perbandingan pereaksi/komposisi. Berbagai alat dalam unit operasi ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Contoh Alat dalam Unit Operasi.

No	Jenis Operasi	Nama Alat
1.	Aliran fluida	pompa, tangki
2.	Transfer panas	<i>heat exchanger, boiler, heat cooler, kiln, rotary kiln, furnace,</i>
3.	Penguapan	<i>burner, condenser</i>
4.	Humidifikasi	<i>evaporator</i>
5.	Absorpsi	<i>humidifier</i>
6.	Ekstraksi pelarut	absorpsi, absorpsi tower,
7.	Adsorpsi	<i>purifier tower</i>
8.	Destilasi	<i>extractor perforator, tower</i> tangki
9.	Pengeringan	<i>rectifier, bubble tower, fractionation column</i>
10.	Pencampuran	<i>dryer, rotary and fan dryer, flow</i>
11.	Klasifikasi/sedi	<i>stage heated cylinder</i>
12.	mentasi	<i>mixer, mixing water</i>
13.	Filtrasi	<i>benefication equipment</i>
14.	Screening	<i>plate and frame filter</i>
15.	Kristalisasi	<i>screen, vibrating screen</i>
16.	Centrifugasi	kristaliser
17.	Size reduction	centrifuse
	Material handling	<i>hammer mill, ball mill conveyor, elevator.</i>

Hasil dari unit pengolahan masih berupa campuran dan sisa-sisa bahan baku, hasil reaksi samping, inert dan yang mungkin memerlukan pemurnian, atau pengolahan lanjut agar diperoleh spesifikasi hasil yang diinginkan, tugas tersebut dikerjakan oleh unit selanjutnya yaitu unit finishing/unit akhir.

1.4.3. Unit III Finishing

Hasil yang keluar dari unit proses masih memerlukan penyesuaian produk dan kualitas yang meliputi:

- Penyesuaian bentuk dan fase
- Penyesuaian komposisi/konsentrasi.
- Penyesuaian kondisi: suhu dan tekanan.
- Pengantongan, penyimpanan/gudang

Hal ini dilakukan agar produk yang dihasilkan memenuhi standart yang berlaku di Indonesia yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI).

1.5. Diagram alir Proses

Diagram alir proses memberikan gambaran dari rangkaian urutan alat pokok, yang memberikan keterangan mengenai peristiwa/perlakuan yang dialami

oleh bahan dasar dan bahan pembantu sampai menjadi produk atau hasil yang diinginkan.

Diagram alir proses juga memberikan keterangan tentang kondisi proses yang dialami oleh bahan-bahan tersebut, kondisi operasi alat-alatnya. Keterangan tersebut dapat bersifat kuantitatif dan kualitatif.

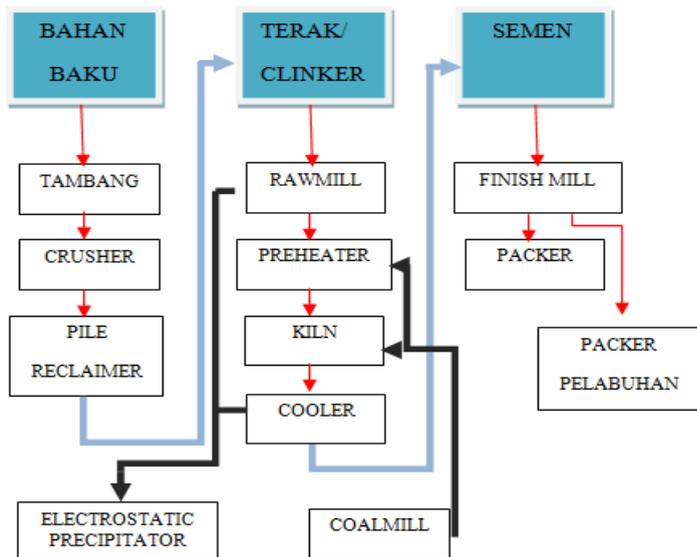
Ada beberapa macam diagram alir proses antara lain:

1. Diagram alir proses kualitatif (blok diagram)

Untuk menghindari kerumitan dalam permasalahan, maka suatu sistem kadang dibuat sederhana, hal ini sering dilakukan dalam bidang keteknikan. Salah satunya merubah diskripsi dalam bentuk gambar atau diagram. Selain lebih mudah untuk difahami, bentuk diagram atau dalam bentuk simbol akan mempercepat seseorang dalam melihat suatu proses. Salah satu bentuk diagram yang sederhana adalah bentuk diagram kotak (blok diagram), dimana dibagian dalam dari kotak-kotak terdapat keterangan yang menerangkan fungsi, jenis peralatan, ataupun kondisi operasi.

Diagram proses ini hanya memberikan gambaran proses kualitatif saja. Tidak memberikan jawaban pertanyaan terperinci kuantitatif bahan, tenaga, dan

kondisi yang ada, pada gambar 3 menunjukkan contoh blok diagram proses produksi semen di PT.Indocement Tunggal Prakarsa.



Gambar 3. Blok Diagram Produksi Semen
 (<http://jangnuryana28.blogspot.com/2017/05/proses-pembuatan-semen.html>)

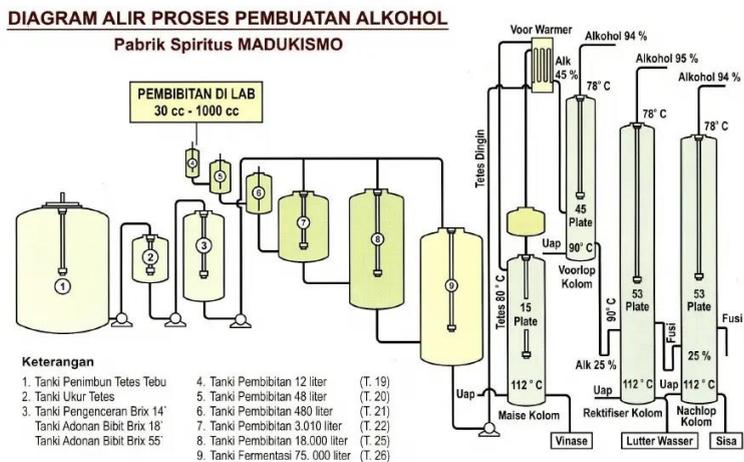
2. Diagram alir proses kuantitatif

Diagram alir ini memberikan uraian peristiwa yang terjadi secara kualitatif dan juga memberikan informasi kuantitatifnya.

3. Diagram alir proses teknik/*Process Engineering Flow Diagram* (PEFD)

PEFD ini jauh lebih lengkap dari kedua macam diagram alir proses 1 dan 2, PEFD sudah mencakup alat – alat kontrol, ukuran/perbandingan ukuran alat –alat pokok dan lain sebagainya. Kuantitatif bahan – bahan serta komposisinya dapat diketahui dari PEFD ini.

Sebagai contoh proses pembuatan etanol/alkohol di pabrik spirtus Madukismo, ditampilkan pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Diagram Alir Proses Pembuatan Alkohol
(<https://www.scribd.com/document/400821880/Fermentasi-etanol-TF-2018-pdf>)

BAB II

NITRASI

2.1. Pendahuluan

Nitrasi adalah reaksi pemasukan gugus nitro (- NO₂) dari HNO₃ ke dalam suatu molekul zat organik. Gugus nitro dapat masuk ke dalam molekul alifatik maupun aromatik, gugus NO₂ terikat pada atom:

1. Carbon (C) disebut senyawa nitro (- C-NO₂)

Contoh: Nitrasi parafin menghasilkan nitroparafin dan air

2. Oksigen (O) disebut senyawa nitrat (- O-NO₂)

Contoh: Nitrasi gliserol menghasilkan gliseril trinitrat dan air

3. Nitrogen (N) disebut senyawa ntriamin (- N-NO₂)

Contoh: Nitrasi guanidine menghasilkan nitro guanidine dan air.

Reaksi nitrasi penting dalam industri kimia untuk menghasilkan berbagai senyawa yang digunakan dalam pembuatan bahan peledak, obat-obatan, pewarna, dan banyak aplikasi lainnya.

2.2. Nitrating agent/Senyawa penitrasi

Reaksi nitration sering kali melibatkan penggunaan asam nitrat (HNO_3) atau senyawa nitrating lainnya sebagai agen nitration.

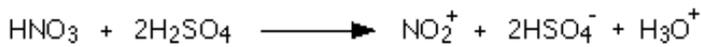
Asam nitrat (HNO_3) yang digunakan dapat berbentuk:

1. cair berasap (ada NO_2 bebas): cair pekat ; cair encer ; dan gas/uap
2. Asam nitrat dengan pengikat air
Digunakan untuk nitration fase cair, senyawa pengikat air yang digunakan dapat berupa Asam sulfat, Anhidrida asam acetat, Asam fosfat
3. NO_2 , N_2O_4 digunakan untuk reaksi nitration fase gas.

2.3. Senyawa yang dapat dinitrasi.

Nitration adalah reaksi kimia yang melibatkan penambahan gugus nitro ($-\text{NO}_2$) ke dalam senyawa kimia. Beberapa senyawa yang dapat mengalami nitration meliputi:

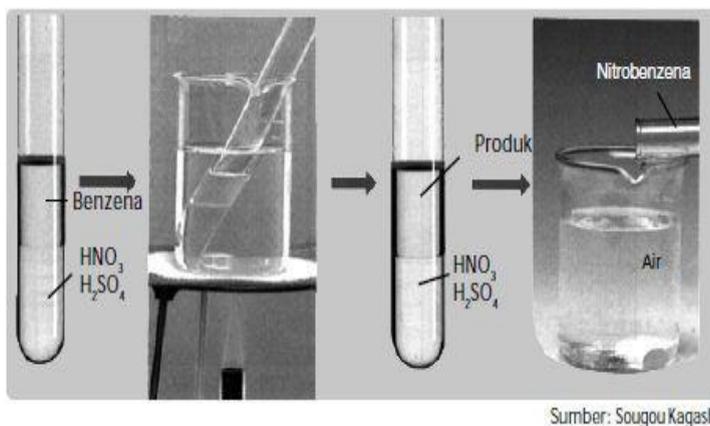
1. **Benzena (C_6H_6):** Nitration benzena menghasilkan nitrobenzena ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$) dan merupakan reaksi utama dalam sintesis senyawa aromatik yang mengandung gugus nitro. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



2. **Toluen (methylbenzena, C₇H₈):** Nitration toluen menghasilkan campuran isomer isomer mono-nitrotoluen (methyl-nitrobenzena).
3. **Anilina (C₆H₅NH₂):** Nitration anilina menghasilkan nitroanilina (C₆H₅NHNO₂).
4. **Fenol (C₆H₅OH):** Nitration fenol menghasilkan 2,4,6-trinitrofenol, yang juga dikenal sebagai asam pikrat.
5. **Gugus alkil aromatik:** Senyawa-senyawa yang mengandung gugus alkil pada cincin aromatik seperti aalkil benzena dapat mengalami nitration. Contohnya adalah metiltoluen (xilena) yang mengalami nitration untuk membentuk isomer-isomer nitrotoluen.
6. **Alkana tertentu:** Beberapa alkana, terutama yang memiliki rantai samping yang panjang atau rantai samping bercabang, dapat mengalami nitration,

tetapi reaksi ini seringkali lebih sulit diatur dan menghasilkan campuran produk yang kompleks.

Penting untuk diingat bahwa reaksi nitrasi biasanya memerlukan kondisi tertentu, termasuk penggunaan asam nitrat (HNO_3) dan asam sulfat pekat (H_2SO_4), serta suhu yang sesuai untuk menghasilkan produk nitrasi yang diinginkan. Selain itu, reaksi nitrasi sering digunakan dalam sintesis kimia untuk menghasilkan senyawa organik yang memiliki gugus nitro yang bermanfaat dalam berbagai aplikasi industri dan farmasi. Pada skala laboratorium pembuatan senyawa nitrobenzen dapat ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Percobaan Pembuatan Nitrobenzene
(Sumber: Sougou Kagashi)

2.4. Kegunaan Proses Nitration pada Industri Kimia

Reaksi nitration adalah salah satu reaksi kimia penting yang digunakan dalam industri untuk menghasilkan berbagai senyawa kimia yang memiliki gugus nitro ($-NO_2$). Berikut adalah beberapa aplikasi reaksi nitration di industri:

1. **Produksi Nitrobenzena:** Nitrobenzena adalah senyawa kimia yang digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan anilina, yang selanjutnya digunakan untuk menghasilkan berbagai produk kimia lainnya, seperti pewarna sintesis, produk farmasi, dan bahan kimia organik lainnya. Proses utama dalam produksi nitrobenzena adalah nitration benzena menggunakan asam nitrat (HNO_3).
2. **Pembuatan Nitrogliserin:** Nitrogliserin adalah bahan peledak yang digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk konstruksi, pertambangan, dan militer. Produksi nitrogliserin melibatkan nitration gliserol menggunakan campuran asam nitrat dan asam sulfat.
3. **Pembuatan TNT (Trinitrotoluena):** TNT adalah bahan peledak lain yang digunakan dalam industri militer dan konstruksi. Pembuatan TNT

melibatkan nitrasi toluena dengan campuran asam nitrat dan asam sulfat.

4. Pembuatan Senyawa Organik Nitro lainnya:

Reaksi nitrasi digunakan untuk mensintesis berbagai senyawa kimia organik yang mengandung gugus nitro, seperti nitroalkana, nitroanilina, dan lain-lain. Senyawa-senyawa ini dapat digunakan dalam produksi berbagai produk kimia, termasuk pewarna, bahan baku farmasi, dan agrokimia.

5. Pembuatan Bahan Kimia Intermediet: Reaksi nitrasi juga digunakan dalam produksi bahan kimia intermediet yang digunakan dalam berbagai industri. Misalnya, nitrasi asam benzoat dapat menghasilkan asam p-nitrobenzoat yang digunakan dalam sintesis berbagai produk kimia.

6. Pembuatan Bahan Kimia Agrokimia: Beberapa senyawa kimia yang mengandung gugus nitro digunakan dalam agrokimia sebagai insektisida dan pestisida. Reaksi nitrasi dapat digunakan untuk mensintesis senyawa-senyawa ini.

7. Produksi Obat-obatan: Reaksi nitrasi juga digunakan dalam sintesis beberapa obat-obatan

tertentu. Gugus nitro dapat berperan dalam aktivitas farmakologis senyawa-senyawa tersebut.

2.5. Faktor yang Berpengaruh Pada Nitration

Dalam proses nitration, ada 2 hal yang menjadi perhatian yaitu nilai R dan NDA, dengan keterangan sebagai berikut:

R = Ratio asam nitrat, yaitu perbandingan asam nitrat 100% dengan zat yang dinitration

$$R = \text{HNO}_3 \cdot 100\%$$

R harus memenuhi harga tertentu untuk suatu reaksi tertentu. Misalnya: untuk gliseril trinitrat $\rightarrow R = 2,3$

$$\text{NDA} = \text{Nilai Dehidrasi Asam} = \frac{S}{EN/R + W}$$

dengan: S = % H₂SO₄ dalam asam

N = % HNO₃ dalam asam

W = % H₂O dalam asam

E = jumlah air sesudah reaksi

= air dari campuran asam + air dari reaksi

Makin besar NDA proses nitration makin bagus, makin kecil NDA akan menyebabkan terjadinya akumulasi zat-zat dan mengakibatkan terjadinya oksidasi.

2.6. Termodinamika Reaksi Nitration

Termodinamika reaksi nitration umumnya eksotermis jadi ada panas yang harus dihilangkan. Panas yang timbul dari proses nitration adalah panas reaksi nitration + panas pelarutan/panas pengenceran. Panas reaksi dicari dengan bantuan panas pembentukan dan panas pembakaran, sedang panas pelarutan atau pengenceran dicari dengan enthalpi campuran asam nitrat, asam sulfat dan air.

Panas reaksi dapat dihitung dengan bantuan panas pembentukan senyawa-senyawa yang turut mengambil bagian dalam nitration, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta H_{reaksi} = \sum H_{produk} - \sum H_{reaktan}$$

2.2.1. Panas Pelarutan

Menentukan panas pelarutan/pengenceran dari asam penitration dapat dibaca dari grafik Enthalpi Vs % asam jumlah ($\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$) pada 32°F , setelah kita hitung jumlah asam total dan % HNO_3 bebas airnya. Selain itu juga bisa dibaca harga panas spesifik (C_p) dari masing-masing asam. Cara menentukan asam jumlah dan % HNO_3 bebas air adalah sebagai berikut:

Misal:

Asam penitiasi mempunyai komposisi $\text{H}_2\text{SO}_4 = a\%$;

$\text{HNO}_3 = b\%$; $\text{H}_2\text{O} = c\%$

Asam jumlah (Total acid) = $(a+b)\%$

HNO_3 bebas air = $b/(a+b) \times 100\%$

Contoh:

10 lb asam penitiasi mempunyai komposisi sebagai berikut:

$\text{HNO}_3 = 48\%$; $\text{H}_2\text{SO}_4 = 32\%$; $\text{H}_2\text{O} = 20\%$

Asam jumlah (Total acid) = $(48+32)\% = 80\%$

HNO_3 bebas air = $48/80 \times 100\% = 60\%$

Selanjutnya ditambahkan air sebanyak 15 lb, maka komposisi setelah penambahan air adalah sebagai berikut:

Maka massa total setelah penambahan air = $10 + 15 = 25$ lb

$\% \text{HNO}_3 = (4,8 \text{ lb}/25 \text{ lb}) \times 100\% = 19,2\%$

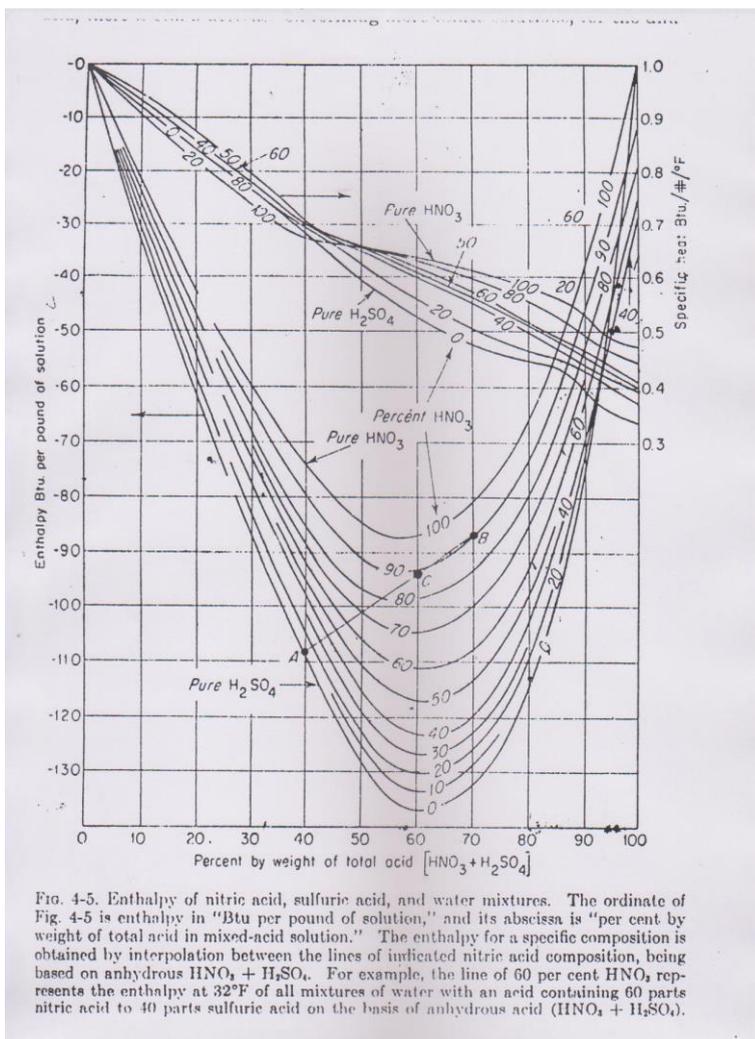
$\% \text{H}_2\text{SO}_4 = (3,2 \text{ lb}/25 \text{ lb}) \times 100\% = 12,8\%$

$\% \text{H}_2\text{O} = (17 \text{ lb}/25 \text{ lb}) \times 100\% = 68\%$

Asam jumlah = $(19,2 + 12,8) = 32\%$

HNO_3 bebas air = $(19,2/32) \times 100\% = 60\%$

Dari gambar 6 grafik asam jumlah, % HNO₃ bebas air terhadap enthalpi diperoleh nilai enthalpi setelah pengenceran H = -76 BTU/lb.



Gambar 6. Grafik Enthalpi Vs % berat Asam campuran (Grogins Page 86, Fig.4-5)

2.7. Peralatan Proses Nitration

Peralatan umum yang sering digunakan dalam proses nitration terdiri dari alat utama dan alat pembantu, antara adalah sebagai berikut:

1. Reaktor: Reaktor adalah wadah atau tangki di mana reaksi nitration terjadi. Reaktor sebagai alat utama, harus terbuat dari bahan yang tahan terhadap kondisi kimia yang keras dan sering kali dilengkapi dengan pemanas dan pendingin untuk mengatur suhu reaksi.
2. Pendingin: Pendingin digunakan untuk mengatur suhu reaksi karena reaksi nitration bersifat eksothermis. Ini mencegah reaksi berlebihan atau bahkan ledakan yang dapat terjadi jika suhu tidak dikontrol dengan baik.
3. Sistem pengadukan: Agar reaksi berjalan dengan baik, senyawa yang terlibat harus dicampur dengan baik. Sistem pengadukan seperti pengaduk mekanis atau pengaduk magnetik digunakan untuk mencapai tujuan ini.
4. Alat pengukur suhu dan tekanan: Pengendalian suhu dan tekanan sangat penting dalam proses nitration. Oleh karena itu, alat pengukur suhu dan

tekanan harus dipasang untuk memantau dan mengontrol kondisi reaksi.

5. Perlindungan dan keamanan: Karena nitration sering melibatkan senyawa berbahaya dan reaksi yang berpotensi berbahaya, sistem keamanan seperti alat pemadam api dan alat pengendalian tekanan harus tersedia untuk mencegah kecelakaan.
6. Pemisah: Setelah reaksi selesai, produk yang dihasilkan perlu dipisahkan dari campuran reaksi. Pemisah seperti sentrifuge atau kolom kromatografi dapat digunakan untuk tujuan ini.

Peralatan-proses nitration ini dapat sangat kompleks tergantung pada jenis reaksi nitration dan persyaratan tertentu yang diperlukan untuk menghasilkan produk yang diinginkan. Penting untuk mengikuti prosedur yang benar dan mengambil langkah-langkah keamanan yang tepat saat bekerja dengan proses nitration, karena beberapa senyawa yang terlibat dapat sangat berbahaya jika tidak ditangani dengan hati-hati.

Berdasarkan alirannya proses nitrasi dapat berlangsung secara *batch* dan kontinyu, masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan sendiri, tergantung pada jenis produksi dan kebutuhan perusahaan. Berikut adalah beberapa kelebihan dan kekurangan dari masing-masing aliran proses.

Aliran Proses Batch:

Kelebihan:

1. **Fleksibilitas:** Aliran proses batch memungkinkan produksi berbagai macam produk dengan peralatan yang sama. Ini cocok untuk produk-produk yang bervariasi atau kustom.
2. **Perubahan Mudah:** Dalam aliran batch, perubahan produk atau proses lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan aliran kontinyu. Ini memungkinkan perusahaan untuk lebih responsif terhadap perubahan pasar atau permintaan pelanggan.
3. **Kualitas Kontrol:** Dalam produksi batch, lebih mudah untuk mengawasi kualitas produk secara langsung karena setiap batch dapat diuji sebelum dilepas ke pasar.

Kekurangan:

1. **Efisiensi Produksi:** Aliran batch seringkali kurang efisien daripada aliran kontinyu karena ada waktu henti antara batch yang berbeda.
2. **Biaya Produksi:** Produksi batch dapat menghasilkan biaya tambahan karena peralatan perlu dibersihkan dan disiapkan ulang setiap kali batch baru dimulai.
3. **Waktu Produksi:** Proses batch cenderung memakan waktu lebih lama daripada aliran kontinyu, terutama untuk produk-produk dalam jumlah besar.

Aliran Proses Kontinyu:

Kelebihan:

1. **Efisiensi Tinggi:** Aliran kontinyu dapat menghasilkan produk secara terus menerus tanpa henti, yang dapat meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi waktu henti.
2. **Biaya Produksi:** Karena tidak ada waktu henti yang signifikan antara produksi produk, biaya produksi cenderung lebih rendah dalam aliran kontinyu.

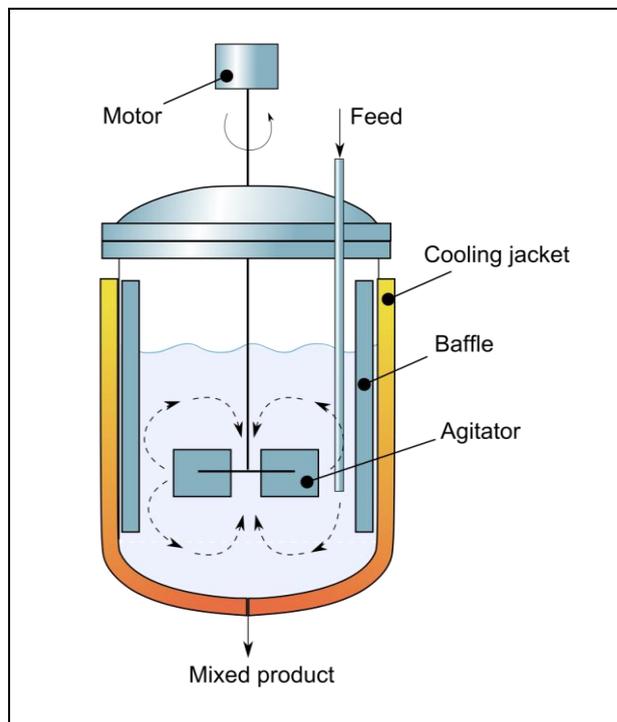
3. **Stabilitas Kualitas:** Proses kontinyu dapat menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih konsisten karena tidak ada variasi antara batch.

Kekurangan:

1. **Kurang Fleksibel:** Aliran kontinyu lebih sulit untuk disesuaikan dengan perubahan produk atau permintaan pasar. Peralatan khusus mungkin diperlukan.
2. **Kurang Responsif:** Ketika ada perubahan dalam permintaan pasar atau perubahan produk yang diperlukan, aliran kontinyu mungkin memerlukan penyesuaian besar, yang dapat memakan waktu dan biaya.
3. **Kontrol Kualitas:** Memantau dan mengontrol kualitas dalam aliran kontinyu dapat menjadi lebih sulit karena proses berjalan terus menerus.

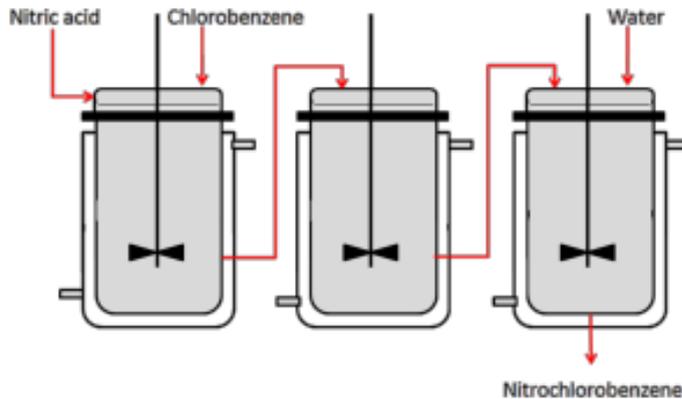
Pilihan antara aliran proses batch dan kontinyu harus didasarkan pada jenis produksi, permintaan pasar, dan tujuan perusahaan. Banyak perusahaan menggunakan campuran dari keduanya, tergantung pada produk yang diproduksi dan kondisi pasar.

Berikut disajikan tipe reaktor nitrasi jenis tangka alir berpengaduk untuk aliran batch pada gambar 7 dan aliran kontinu pembuatan nitrobenzene pada gambar 6. Reaktor nitrasi berupa bejana tertutup terbuat dari besi tuang/baja/mild carbon steel, berbentuk silinder tegak dilengkapi pendingin (berupa koil, pipa atau jacket), pengaduk, input, output, dan sistem 'dumping'.



Gambar 7. Reaktor Alir Berpengaduk
(https://id.wikipedia.org/wiki/Reaktor_tangki_berpengaduk)

Reaktor nitrasi dengan aliran kontinyu (Gambar 8) berupa bejana tertutup semacam type tangki alir berpengaduk, dilengkapi dengan pipa overflow/pipa output yang mengalir kontinyu. Sebenarnya yang membedakan adalah aliran prosesnya, sedangkan untuk jenis reaktor yang digunakan memiliki spesifikasi yang sama dengan reaktor pada proses aliran batch.



Gambar 8. Reaktor Nitrasi Aliran Kontinyu.
(Amol A. Kulkarni,2014)

BAB III

OKSIDASI

3.1. Pendahuluan

Reaksi oksidasi adalah jenis reaksi kimia di mana suatu zat kehilangan elektron. Ini adalah proses yang umum dalam kimia dan sering melibatkan interaksi antara suatu zat dengan oksigen. Pada reaksi oksidasi terjadi pengikatan oksigen pada suatu zat. Reaksi oksidasi merupakan salah satu cara yang banyak digunakan untuk sintesa senyawa organik. Secara garis besar ada beberapa type reaksi oksidasi yaitu:

1. Atom oksigen masuk ke dalam senyawa yang dioksidasi, contoh: oksidasi aldehide menjadi asam karboksilat; oksidasi hidrokarbon menjadi alkohol.
2. Atom oksigen membentuk H_2O , contoh: oksidasi alkohol primer menjadi aldehide ; alkohol sekunder menjadi keton.
3. Gabungan reaksi type (a) dan (b), contoh: oksidasi hidrokarbon menjadi aldehide; oksidasi alkohol menjadi asam karboksilat.
4. Dehidrogenasi disertai kondensasi molekuler, contoh: oksidasi benzene menjadi diphenyl.

5. Dehidrogenasi disertai masuknya atom oksigen & pecahnya rantai, contoh: naphthalene menjadi phtalic anhidrat.
6. Oksidasi tidak langsung, oksigen masuk ke dalam suatu senyawa melalui hasil antara/intermediate.
7. Oksidasi pada olefin, pada kondisi lemah menghasilkan senyawa hidroksi; pada kondisi kuat menghasilkan aldehyde/asam karboksilat.
8. Oksidasi menggunakan peroksida, contoh: oksidasi isopropil benzene menghasilkan isopropil benzene peroksida.
9. Oksidasi senyawa amino, contoh: oksidasi amino menghasilkan azobenzene/p-amino phenol/nitro benzene.
10. Oksidasi senyawa sulfur, contoh: oksidasi ethyl mercaptan menghasilkan ethansulfonat atau diethyl disulfide.

3.2. Bahan Pengoksidasi/Oksidating Agent.

Reaksi oksidasi dapat berlangsung jika ada bahan pengoksidasi atau senyawa oksidator, senyawa tersebut ialah:

1. Oksidator yang paling banyak digunakan adalah udara (O_2),

2. Senyawa yang mudah melepaskan oksigen/senyawa oksidator antara lain: kalium klorat ($KClO_3$), kalium permanganat ($KMnO_4$), hidrogen peroksida (H_2O_2), asam nitrat (HNO_3), dan asam sulfat pekat (H_2SO_4).

3.3. Aplikasi Reaksi Oksidasi

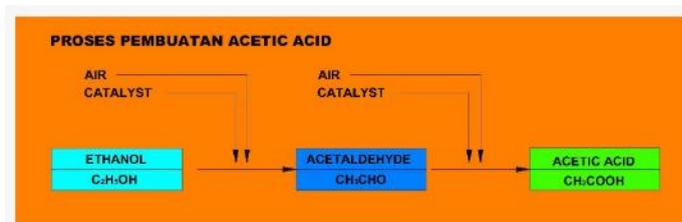
Reaksi oksidasi memainkan peran penting di berbagai industri, baik sebagai bagian dari proses produksi atau sebagai reaksi sampingan yang harus dikelola. Berikut beberapa contoh aplikasi reaksi oksidasi:

1. **Industri Kimia:** Industri kimia sering menggunakan reaksi oksidasi dalam produksi berbagai produk kimia, seperti pembuatan asam sulfat, asam nitrat, dan hidrogen peroksida.
2. **Industri Bahan Bakar:** Reaksi oksidasi adalah bagian penting dari pembakaran bahan bakar fosil seperti minyak, batu bara, dan gas alam di industri pembangkit listrik dan transportasi. Proses pembakaran ini menghasilkan energi panas yang digunakan untuk menghasilkan listrik atau menggerakkan kendaraan.

3. **Industri Logam:** Industri logam seperti produksi besi, baja, dan aluminium menggunakan reaksi oksidasi dalam proses reduksi untuk menghilangkan oksigen dari bijih logam dan menghasilkan logam yang murni.
4. **Industri Pulp dan Kertas:** Proses pemutihan pulp kayu menggunakan reaksi oksidasi untuk menghilangkan zat-zat lignin dan selulosa yang tidak diinginkan, sehingga menghasilkan pulp yang lebih putih untuk pembuatan kertas.
5. **Industri Farmasi:** Dalam produksi obat-obatan, reaksi oksidasi dapat digunakan untuk mengubah senyawa-senyawa organik menjadi produk obat yang diinginkan. Ini bisa termasuk reaksi oksidasi enzimatis dalam sintesis obat.
6. **Industri Makanan dan Minuman:** Proses oksidasi digunakan dalam pengawetan makanan dan minuman, seperti penggunaan oksigen dalam proses pengawetan makanan dalam kemasan (MAP) dan oksidasi enzimatis dalam proses pembuatan anggur.
7. **Industri Pencelupan dan Pewarna:** Reaksi oksidasi dapat digunakan dalam industri tekstil

dan pencelupan untuk mengubah warna atau menstabilkan pewarna.

8. **Industri Kimia Bersih:** Pada industri kimia bersih, reaksi oksidasi sering digunakan dalam proses pengolahan limbah dan pemurnian air.
9. **Industri Energi Terbarukan:** Pada beberapa aplikasi energi terbarukan, seperti sel bahan bakar dan baterai, reaksi oksidasi digunakan untuk menghasilkan energi listrik. Misalnya, sel bahan bakar hidrogen menggabungkan hidrogen dengan oksigen untuk menghasilkan energi dan air.
10. **Industri Semikonduktor:** Pada proses produksi semikonduktor, reaksi oksidasi digunakan untuk menghasilkan lapisan oksida silikon yang tipis pada substrat silikon sebagai bagian dari pembuatan komponen semikonduktor.



Gambar 9. Salah Satu Contoh Aplikasi Proses Oksidasi
(<https://www.acidatama.co.id>)

3.4. Termodinamika Reaksi Oksidasi

Reaksi oksidasi diikuti pembentukan H_2O , CO_2 atau CO , reaksinya bersifat eksotermis disertai oleh penurunan energi bebas maka perlu dibatasi reaksinya dan kehilangan hasil dicegah dengan cara oksidasi berlangsung secara kontinyu, suhu reaksi dibuat rendah dan oksidasi dikontrol agar tidak meluas dengan cara: a) membatasi waktu reaksi, b) mengontrol suhu reaksi, dan c) membatasi jumlah oksidator.

Dalam reaksi oksidasi yang menggunakan oksigen, aspek termokimia yang penting adalah panas yang terjadi diusahakan agar tidak terjadi pembakaran sempurna. Penambahan katalisator diperlukan untuk menurunkan suhu reaksi oksidasi dan mendapatkan produk yang diinginkan.

3.5. Peralatan Pada Reaksi Oksidasi

Reaksi oksidasi fase cair tidak memerlukan peralatan khusus untuk pengontrolan suhu dan pengambilan panasnya.

Pada proses oksidasi fase uap terjadi konsentrasi panas reaksi pada daerah katalisator, sehingga panas ini harus dikeluarkan dari sistem dalam jumlah yang besar.

Pengambilan panas penting untuk mencegah kerusakan alat, katalisator atau bahan baku dan mempertahankan suhu pada tingkat yang baik serta untuk menjamin kecepatan derajat oksidasi yang sesuai.

BAB IV

AMINASI

1.1. Pendahuluan

Aminasi adalah suatu reaksi kimia yang melibatkan penambahan gugus amina (NH_2) ke dalam molekul organik. Reaksi ini sering digunakan dalam sintesis kimia untuk menghasilkan senyawa amina dari senyawa lain yang mengandung gugus fungsional yang sesuai.

Beberapa type aminasi yang sering digunakan antara lain:

1. Aminasi Alkilasi: Aminasi alkilasi melibatkan penambahan gugus alkil (biasanya alkil halida) ke dalam senyawa amina. Ini dapat dicapai dengan mereaksikan alkil halida dengan amonia (NH_3) atau amina primer (RNH_2) dalam kondisi tertentu. Proses ini menghasilkan senyawa amina primer yang diinginkan.
2. Aminasi Reduktif: Aminasi reduktif melibatkan reduksi senyawa imina ($\text{R}_2\text{C}=\text{NR}'$) menjadi senyawa amina (R_2NH) dengan menggunakan agen reduksi seperti hidrogen (H_2) atau natrium borohidrida (NaBH_4). Reaksi ini sering digunakan

dalam sintesis senyawa amina sekunder atau tertiar.

3. Aminasi Alkilasi Asetilena: Dalam reaksi ini, amina primer bereaksi dengan senyawa alkuna (asetilena) untuk membentuk senyawa alkena. Ini adalah metode yang berguna untuk menghasilkan senyawa dengan ikatan rangkap ganda dalam molekulnya.
4. Aminasi Heteroatom: Aminasi ini melibatkan pengenalan gugus amina ke dalam molekul organik melalui reaksi dengan senyawa yang mengandung atom hetero seperti oksigen (O) atau belerang (S). Reaksi aminasi heteroatom dapat digunakan untuk mensintesis berbagai jenis senyawa organik.
5. Aminasi C-H: Aminasi C-H adalah reaksi khusus di mana ikatan C-H dalam molekul organik digantikan oleh gugus amina. Ini adalah reaksi yang sangat berguna karena memungkinkan konversi langsung dari senyawa hidrokarbon menjadi senyawa amina tanpa perlu tahap-tahap tambahan.

Reaksi aminasi sering digunakan dalam industri farmasi, kimia organik, dan berbagai bidang lainnya

untuk menghasilkan berbagai jenis senyawa amina, yang merupakan komponen penting dalam berbagai produk kimia dan farmasi. Metode aminasi yang berbeda digunakan tergantung pada struktur molekul sumber dan produk amina yang diinginkan.

Amina dapat dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan jumlah gugus amin yang terdapat dalam molekulnya. Berikut adalah beberapa jenis amina beserta penjelasannya:

1. Amina Alifatik Primer (*Primary Aliphatic Amine*):

- Amina alifatik primer memiliki satu gugus amin yang terikat pada molekul karbon primer (C yang terikat langsung ke atom karbon lain).
- Contoh: Metilamina (CH_3NH_2).

2. Amina Alifatik Sekunder (*Secondary Aliphatic Amine*):

- Amina alifatik sekunder memiliki dua gugus karbon primer dan satu gugus amin.
- Contoh: Dietilamina ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NHCH}_3$).

3. Amina Alifatik Tersier (*Tertiary Aliphatic Amine*):

- Amina alifatik tersier memiliki tiga gugus karbon primer dan satu gugus amin.
- Contoh: Trimetilamina ($\text{N}(\text{CH}_3)_3$).

4. Amina Aromatik (Aromatic Amine):

- Amina aromatik memiliki gugus amin yang terikat pada cincin aromatik, seperti cincin benzene.
- Contoh: Anilina ($C_6H_5NH_2$).

5. Amina Siklik (Cyclic Amine):

- Amina siklik adalah senyawa amina yang membentuk cincin dalam strukturnya.
- Contoh: Piperidina ($C_5H_{11}N$).

6. Amina Primer Aromatik (*Primary Aromatic Amine*):

- Amina primer aromatik memiliki satu gugus amin yang terikat pada cincin aromatik.
- Contoh: 4-Aminobenzena (p-aminobenzena, $C_6H_4(NH_2)OH$).

7. Amina Aromatik Sekunder (*Secondary Aromatic Amine*):

- Amina aromatik sekunder memiliki dua gugus karbon primer pada cincin aromatik dan satu gugus amin.
- Contoh: N-metilanilina ($C_6H_5NHCH_3$).

Amina memiliki berbagai kegunaan dalam kimia dan industri, seperti dalam sintesis senyawa organik, produksi obat-obatan, pewarna, bahan

kimia pertanian, dan banyak lagi. Selain itu, beberapa amina juga ditemukan dalam berbagai makhluk hidup, termasuk manusia, sebagai komponen penting dalam molekul-molekul biologis seperti asam amino dalam protein.

1.2. Aminating Agent

Aminating agent (agen aminasi) adalah senyawa kimia atau reagen yang digunakan untuk menggantikan gugus amino ($-NH_2$) dalam suatu molekul organik. Ini adalah komponen penting dalam berbagai reaksi kimia organik, terutama dalam sintesis senyawa yang mengandung gugus amino. Pemilihan aminating agent tergantung pada reaksi kimia yang sedang dilakukan dan struktur molekul target yang diinginkan. Setiap agen aminasi memiliki kelebihan dan kelemahan tertentu, dan pemilihan yang tepat akan sangat bergantung pada kondisi reaksi dan hasil yang diinginkan. Berikut adalah beberapa aminating agent yang umum digunakan:

1. Amoniak (NH_3): Amoniak adalah sumber utama gugus amino dalam berbagai reaksi kimia organik. Ini digunakan dalam berbagai reaksi aminasi seperti aminasi Reductive.

2. Amin: Senyawa amin seperti amin primer (RNH_2), amin sekunder (R_2NH), dan amin tersier (R_3N) sering digunakan sebagai agen aminasi. Mereka dapat digunakan untuk menggantikan hidrogen dalam berbagai reaksi.
3. Asetonitril (CH_3CN): Asetonitril sering digunakan dalam aminasi Reductive Nitril, di mana gugus nitril ($-\text{CN}$) diganti dengan gugus amino.
4. Hidrazin (N_2H_4): Hidrazin adalah agen aminasi yang kuat dan sering digunakan dalam berbagai reaksi sintesis organik.
5. Hidrogenasi Amoniak: Dalam proses industri, amonia (NH_3) dapat dihasilkan melalui hidrogenasi gas nitrogen (N_2) menggunakan katalis.
6. Reagen Azida: Azida seperti natrium azida (NaN_3) dapat digunakan dalam reaksi yang menghasilkan amina, terutama dalam kondisi tertentu.
7. Reagen Imida: Reagen seperti N-haloimida (misalnya, N-bromosuksinimida) digunakan dalam reaksi aminasi pada posisi tertentu dalam senyawa organik.
8. Reagen Isosianat: Isosianat, seperti fenil isosianat ($\text{C}_6\text{H}_5\text{-N=C=O}$), dapat digunakan dalam reaksi

aminasi dengan senyawa yang mengandung gugus hidroksil (-OH).

9. Reagen Amina Asam: Reagen seperti Tri Fluoro Asetamida (TFAA) dapat digunakan dalam reaksi aminasi tertentu dalam kondisi tertentu.

1.3. Penggunaan Katalis Pada Proses Aminasi

1. Amonolisis senyawa halogen dengan katalisn logam: Cu, As, Ag, CuO dan garam – garam Cu
2. Katalisator dehidrasi: alumina, silika gel, aluminium fosfat dalam gel alumina, Ni, Cobalt.
3. Katalisator hidrogenasi berupa logam campuran (alloy)
4. Katalisator hidroamonolisis: logam Ni, Co, Cu, dan Ni-A.
5. Katalisator campuran logam (Alloy)

Tabel 4. Tipe Katalisator Alloy dan Komposisi

Alloy	Komposisi	Alloy	Komposisi
Cu-Al	55:45	Cu:Ni:Al	40:10:30
Ni-Al	42:58	Cu:Al:Ni	25:50:25
Co-al	30:70	Cu:Ni:Al	15:35:50
Fe-Al	51:49		

6. Keuntungan menggunakan katalis logam campuran
- Konversi dan hasil lebih tinggi
 - Harga katalisator lebih murah
 - Perbandingan hasil amina pada kisaran yang besar.

1.4. Senyawa Yang Dapat di Aminasi

Senyawa – senyawa yang dapat diaminiasi yaitu:

1. Aminasi Alkilasi: Dalam reaksi ini, gugus amino ditambahkan ke senyawa alkil (alkana). Contohnya, amina primer ($R-NH_2$) dapat digunakan untuk mengalkilasi senyawa-senyawa seperti alkil halida ($R-X$) atau alkil sulfonat.
2. Aminasi Reduktif: Dalam aminasi reduktif, senyawa senyawa yang mengandung gugus karbonil seperti keton atau aldehida direduksi dengan menggunakan agen reduktor dan amina. Ini menghasilkan senyawa amin sekunder atau amina tersier.
3. Aminasi Buchwald-Hartwig: Reaksi ini melibatkan penggunaan katalis logam transisi seperti paladium untuk menghubungkan amina dengan

senyawa aromatik atau senyawa lain yang mengandung ikatan rangkap ganda (alkena).

4. Aminasi Sonogashira: adalah reaksi aminasi yang melibatkan penggunaan senyawa alkuna dan senyawa amina dalam reaksi Sonogashira untuk menghasilkan senyawa amina teralkinasi.
5. Aminasi Hidroksilamin: Pada reaksi ini, hidroksilamin (NH_2OH) dapat digunakan untuk menggantikan gugus hidroksil dalam senyawa organik, menghasilkan senyawa amina.
6. Aminasi Redoks: adalah reaksi aminasi yang melibatkan perubahan oksidasi-reduksi, di mana senyawa kimia dengan gugus amino mengalami perubahan oksidasi menjadi senyawa yang lebih tinggi atau lebih rendah dalam tingkat oksidasi.

Senyawa yang dapat mengalami reaksi aminasi dapat sangat bervariasi, dan jenis reaksi dan kondisi reaksi tertentu akan memengaruhi keberhasilannya. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan jenis reaksi aminasi yang ingin dilakukan dan senyawa-senyawa yang spesifik yang terlibat dalam reaksi tersebut.

1.5. Faktor Berpengaruh Pada Proses Aminasi

1. Kelarutan
2. Pengadukan
3. Efek devirat halogen
4. Efek gugus nitro
5. Suhu
6. Konsentrasi NH_3

1.6. Aplikasi Proses Aminasi di Industri

Reaksi aminasi dapat digunakan dalam berbagai industri dan aplikasinya tergantung pada tujuan reaksi kimia tersebut. Beberapa industri yang menggunakan reaksi aminasi sebagai dasar prosesnya meliputi:

1. Industri Farmasi: Reaksi aminasi sering digunakan dalam sintesis obat-obatan untuk menghasilkan senyawa-senyawa farmasetikal yang penting. Ini memungkinkan pengenalan gugus amina ke dalam molekul obat, yang dapat mempengaruhi sifat biologis dan aktivitas obat tersebut.
2. Industri Kimia: Industri kimia menggunakan reaksi aminasi untuk memproduksi berbagai bahan kimia, termasuk bahan kimia yang digunakan dalam produksi plastik, resin, dan bahan kimia industri lainnya.

3. Industri Agrokimia: Aminasi digunakan dalam sintesis pestisida, herbisida, dan pupuk untuk meningkatkan efektivitas dan keamanan produk-produk tersebut.
4. Industri Pupuk: Reaksi aminasi dapat digunakan dalam produksi pupuk untuk meningkatkan kandungan nutrisi, seperti nitrogen, dalam pupuk.
5. Industri Petrokimia: Proses aminasi dapat digunakan dalam pengolahan minyak bumi dan gas alam untuk menghasilkan senyawa-senyawa yang berguna, seperti amina alkilasi.
6. Industri Bahan Bakar: Reaksi aminasi digunakan dalam pengembangan bahan bakar alternatif, seperti biogasoline, yang memiliki kandungan amina yang meningkat.
7. Industri Pencitraan Medis: Dalam produksi agen pencitraan medis, seperti kontras MRI, reaksi aminasi dapat digunakan untuk menggantikan hidrogen dalam molekul dengan isotop seperti gadolinium, yang memungkinkan pencitraan yang lebih baik dalam prosedur medis.
8. Industri Pengeboran Minyak dan Gas: Aminasi digunakan dalam pengeboran minyak dan gas untuk menghasilkan senyawa-senyawa yang

membantu dalam proses pengeboran dan pemisahan minyak dan gas alam, seperti pada gambar 10.

9. Industri Pulp dan Kertas: Reaksi aminasi digunakan dalam produksi pulp dan kertas untuk menghasilkan produk-produk kimia yang diperlukan dalam proses tersebut.

Ini hanya beberapa contoh industri di mana reaksi aminasi dapat digunakan sebagai dasar proses kimia. Penggunaan reaksi aminasi dapat sangat bervariasi tergantung pada aplikasi dan kebutuhan industri tertentu.



Gambar 10. Industri Pengeboran Minyak dan Gas
(<https://ekonomi.kompas.com>)

BAB V

HIDROGENASI

1.1. Pendahuluan

Proses hidrogenasi adalah reaksi kimia antara hidrogen dengan senyawa organik, atau reaksi kimia di mana hidrogen (H_2) bereaksi dengan senyawa lain untuk membentuk senyawa yang lebih kompleks dengan adanya hidrogen. Proses hidrogenasi umumnya melibatkan penggunaan katalis, seperti nikel, paladium, atau platina, untuk mempercepat reaksi hidrogenasi, karena hidrogenasi yang tidak memakai katalis hanya dapat terjadi pada temperatur yang sangat tinggi. Reaksi hidrogenasi adalah reaksi penambahan atom hidrogen pada ikatan rangkap baik ikatan rangkap dua maupun rangkap tiga sehingga terjadi pengurangan ikatan. Reaksi ini sama dengan konsep reaksi adisi. Dimana reaksi adisi adalah reaksi pemutusan ikatan rangkap, baik ikatan rangkap dua maupun tiga, akibat penambahan suatu gugus atau atom (hidrogen).

1.2. Bahan Penghidrogenasi

Proses hidrogenasi umumnya memanfaatkan gas hidrogen, namun ada juga yang menggunakan sumber lain yang memiliki atom hidrogen di dalamnya, namun tujuannya sama, yaitu menambahkan atom hidrogen dalam suatu senyawa.

Proses ini disebut *hidrogenasi transfer*. Hidrogenasi memiliki hasil reaksi yang bermuatan sama dengan reaktannya.

Proses untuk mengeluarkan atom hidrogen dari suatu molekul disebut *dehidrogenasi*.

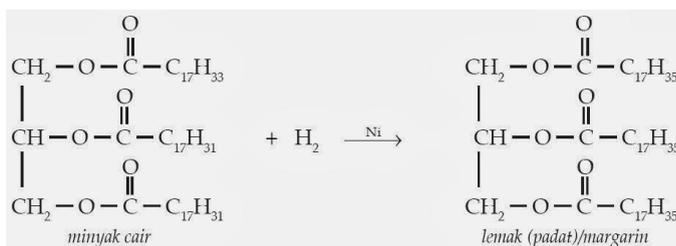
1.3. Type Proses Hidrogenasi

1. Hidrogenasi transfer

Proses hidrogenasi ini umumnya menggunakan gas hidrogen, atau menggunakan sumber lain yang memiliki atom hidrogen di dalamnya.

2. Hidrogenasi Minyak

Proses hidrogenasi minyak membuat fase cair minyak nabati berubah menjadi padat, yang memungkinkan mereka untuk menjadi pengganti efektif untuk lemak hewani. Berikut disajikan pada gambar 11 reaksi yang terjadi pada hidrogenasi minyak.



Gambar 11. Reaksi Hidrogenasi Pada Minyak
(<https://kejarcita.id/bank/questions/321593>)

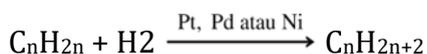
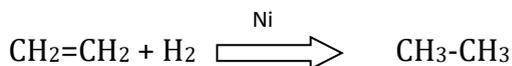
3. Hidrogenasi Etena

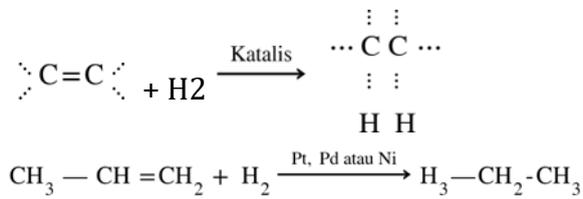
Etena bereaksi dengan hydrogen pada suhu sekitar 150°C dengan adanya katalis nikel (Ni) yang halus, reaksi ini menghasilkan etana.

1.4. Senyawa Yang Mengalami Hidrogenasi

1. Alkena

Alkena bereaksi dengan hidrogen pada suhu sekitar 150°C dengan adanya katalis Ni, Pd, atau Pt, reaksi ini menghasilkan Alkana. Contoh: Hidrogenasi etena menjadi etana.





Sifat-sifat reaksi dari ikatan karbon-karbon rangkap pada etena juga berlaku pada reaksi ikatan karbon-karbon rangkap yang terdapat pada alkena-alkena yang lebih kompleks.

2. Asam lemak

Reaksi antara asam lemak tidak jenuh dengan gas hidrogen menggunakan katalis Ni, reaksi ini berfungsi memecah ikatan rangkap menjadi ikatan tunggal dalam hal ini mengubah asam lemak cair menjadi padat. Reaksi ini digunakan dalam industri pembuatan margarin dari minyak kelapa sawit. Katalis lain selain Ni adalah Pd, Pt, CuCr₂ Mekanisme reaksi secara umum dapat dituliskan sebagai berikut:



Hidrogenasi suatu lemak bersifat selektif, yaitu lemak dengan derajat ketidakjenuhan lebih tinggi akan lebih mudah terhidrogenasi.

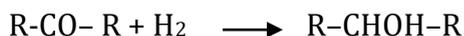
Misalnya hidrogenasi lemak yang mengandung linoleat, konversi linoleat menjadi oleat atau isomer - isomernya lebih banyak daripada konversi asam oleat menjadi asam stearat.

3. Senyawa aromatis

Hidrogenasi aromatis berlangsung pada suhu di atas 1800C dengan katalis Ni. Hidrogenasi katalitik ini dapat berlangsung dalam fase uap (tekanan atm) maupun fase cair (tekanan hidrogen: 100-200 atm).

4. Senyawa karbonil (Aldehyde dan keton)

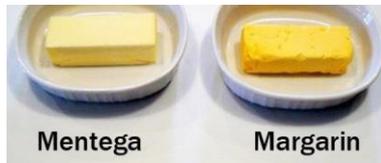
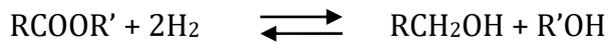
Hidrogenasi aldehyde menghasilkan suatu alkohol primer, sedangkan hidrogenasi pada keton akan menghasilkan alkohol sekunder. Mekanisme reaksi secara umum adalah sebagai berikut:



5. Senyawa ester dan asam

Hidrogenasi senyawa ester menggunakan asam dan katalis CuCr_2 akan menghasilkan alkohol. Kondisi operasi pada suhu $175 - 200\text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan $2000 - 6000\text{ psig}$.

Mekanisme reaksi secara umum adalah sebagai berikut:



Gambar 12. Contoh Produk Berdasar Proses Hidrogenasi Minyak
(<https://tonnisitumorang.blogspot.com>)

BAB VI

HIDROLISIS

6.1. Pendahuluan

Secara teknis, hidrolisis adalah sebuah reaksi dengan air. Reaksi hidrolisis adalah proses kimia di mana suatu senyawa kimia dipecah menjadi dua atau lebih senyawa baru melalui reaksi dengan air (H_2O) atau ion hidroksida (OH^-) dari air. Hidrolisis seringkali melibatkan pemecahan ikatan kimia dalam molekul yang menghasilkan senyawa baru dengan struktur yang berbeda.

6.2. Bahan Penghidrolisis

Bahan penghidrolisis yang digunakan tergantung pada senyawa atau substrat yang akan dihidrolisis. Beberapa bahan penghidrolisis umum meliputi:

1. Air (H_2O): Air sering digunakan sebagai bahan penghidrolisis dalam reaksi kimia karena air berperan sebagai pelarut dan juga sebagai agen penghidrolisis.
2. Asam: Asam seperti asam sulfat (H_2SO_4), asam klorida (HCl), dan asam nitrat (HNO_3) dapat

digunakan untuk menghidrolisis berbagai senyawa organik dan anorganik.

3. Basa: Basa kuat seperti natrium hidroksida (NaOH) atau kalium hidroksida (KOH) digunakan dalam reaksi hidrolisis basa, seperti hidrolisis saponifikasi dalam pembuatan sabun.
4. Enzim: Untuk reaksi hidrolisis biologis, enzim sering digunakan sebagai bahan penghidrolisis. Contohnya, amilase menghidrolisis amilum menjadi glukosa, dan lipase menghidrolisis lemak menjadi asam lemak dan gliserol.
5. Enzim protease: Protease adalah enzim yang digunakan untuk menghidrolisis ikatan peptida dalam protein menjadi asam amino.
6. Enzim nuklease: Enzim nuklease digunakan untuk menghidrolisis ikatan fosfodiester dalam asam nukleat, seperti DNA dan RNA.

6.3. Type reaksi Hidrolisis

1. Hidrolisa Murni

Direaksikan dengan H_2O saja, reaksi lambat sehingga jarang digunakan dalam industri (tidak komersial). Hanya untuk senyawa-senyawa yang

reaktif, reaksi dapat dipercepat dengan menggunakan H₂O uap.

Contoh:



2. Hidrolisa dalam larutan asam.

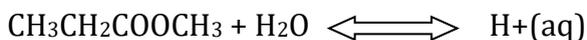
Asam encer atau pekat misal HCl, H₂SO₄, biasanya berfungsi sebagai katalisator. Pada asam encer umumnya kecepatan reaksi sebanding dengan konsentrasi H⁺ menjadi [H⁺]. Sifat ini tidak berlaku pada asam pekat. Pemakaian H₂SO₄ lebih disukai karena HCl memiliki sifat korosif.

3. Hidrolisa dalam larutan basa.

Basa encer atau pekat seperti NaOH, KOH. Penggunaan basa terbatas karena hasil akhir adalah garam bukan asam.

6.4. Senyawa yang dapat dihidrolisis.

1. Hidrokarbon, contoh hidrolisis (ester) metil etanoat menggunakan asam encer menghasilkan asam propanoat.



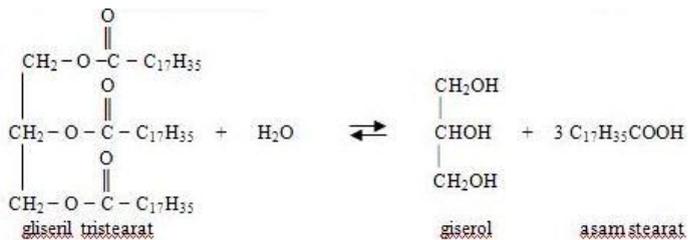
Metil propanoate Asam propanoate Metanol

2. Karbohidrat
3. Ester (suhu rendah atau tinggi)
4. Eter
5. Halogen Organik
6. Senyawa Aminat
7. Senyawa Sulfonat

6.5. Aplikasi Hidrolisis di Industri

1. Lemak dan minyak menghasilkan alkohol dan asam lemak.

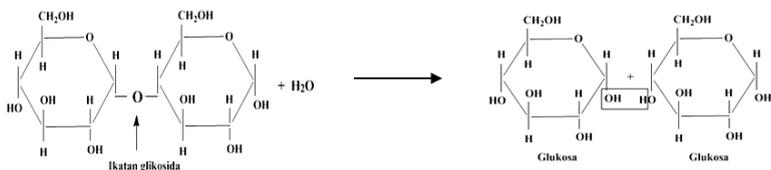
Contoh: gliseril tristearat (ester) menghasilkan gliserol dan asam lemak.



2. Hidrolisis Karbohidrat

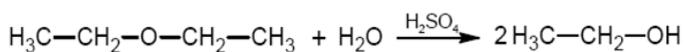
Karbohidrat adalah senyawa organik terdiri dari unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. seperti glukosa $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, sukrosa $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, selulosa $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$.

Contoh: reaksi hidrolisis maltosa yang menghasilkan dua molekul glukosa.



3. Senyawa Eter

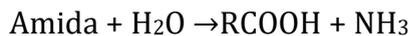
Hidrolisis dengan asam sulfat suatu eter akan menghasilkan alkohol.



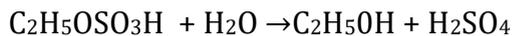
4. Senyawa Halogenida



5. Senyawa Nitrogen



6. Sulfonat atau Sulfat



BAB VII

HALOGENASI

7.1. Pendahuluan

Halogenasi diambil dari kata halogen yaitu anggota golongan unsur yang sangat aktif, terdiri dari fluorin, bromin, iodin, klorin, atau astatin, yang mempunyai sifat kimia sama. Sedangkan halogenasi tersebut merupakan prosesnya yaitu pemasukan halogen ke dalam senyawa organik, baik secara penambahan (adisi) maupun secara penggantian (substitusi). Halogenasi merupakan reaksi yang terjadi antara ikatan karbon-karbon rangkap ($C=C$) pada senyawa-senyawa alkena seperti etena dengan unsur-unsur halogen seperti klorin, bromin dan iodin.

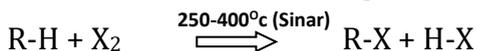
7.2. Halogenasi Agent

Pelarut terhalogenasi adalah pelarut yang molekulnya mengandung atom halogen: klorin (Cl), fluor (F), brom (Br) atau yodium (I). Jenis-jenis pelarut terhalogenasi yaitu:

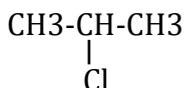
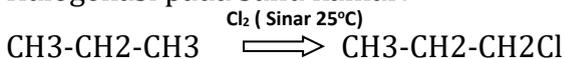
1. Diklorinasi pelarut
2. Fluorocarbon pelarut
3. Brominated Pelarut

4. Iodinasi pelarut

7.3. Mekanisme Reaksi Halogenasi



Halogenasi pada suhu kamar:



7.4. Type Reaksi Halogenasi

1. Senyawa yang Mengalami Halogenasi

- a. Senyawa alkena, reaksi antara alkena dengan unsur halogen antara lain Etena dengan Fluorin, contoh etena bereaksi menghasilkan ledakan (eksplosif) dengan fluorin menghasilkan karbon dan gas hidrogen fluorid. Reaksi yang terjadi antara etena dengan klorin, bromin atau iodin adalah reaksi adisi. Sebagai contoh, etena dengan bromin membentuk 1,2-dibromoetana. Reaksi dengan bromin terjadi pada suhu kamar. Klorin bereaksi lebih cepat dibanding bromin, Iodin bereaksi jauh lebih lambat. Reaksi dengan bromin jauh lebih mungkin ditemui dibanding reaksi dengan klorin dan iodin.

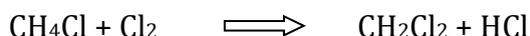
Dari percobaan diperoleh fakta-fakta sebagai berikut:

- 1) Kecepatan reaksi bertambah dengan bertambahnya konsentrasi H^+ (dalam suasana asam) atau dalam suasana basa laju reaksi bertambah dengan bertambahnya konsentrasi OH^- .
 - 2) Dalam suasana asam sebagai hasil reaksi diperoleh juga H^+ sehingga dalam larutan yang tidak di buffer kecepatan awal reaksi (pada saat kurang dari 10% pereaksi telah bereaksi) akan terus bertambah selama reaksi berlangsung.
 - 3) Kecepatan halogenasi aseton juga bergantung pada konsentrasi aseton, tetapi tidak tergantung pada konsentrasi halogen kecuali saat konsentrasi halogen yang sangat tinggi.
 - 4) Kecepatan reaksi halogenasi aseton ini tidak tergantung pada jenis halogen.
- b. Senyawa Alkana, alkana dengan flourin menimbulkan ledakan (eksplosif) bahkan pada suhu dingin dan ruang gelap, cenderung dihasilkan karbon dan hidrogen fluorid. Alkana dengan iodin, tidak bereaksi dengan alkana

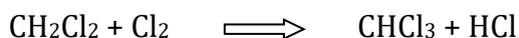
sekurang-kurangnya pada kondisi laboratorium yang normal. Alkana dengan Chlorin, contoh pembuatan karbon tetraklorida. Seperti reaksi berikut:



Metilklorida (klorometana)



Diklorometana

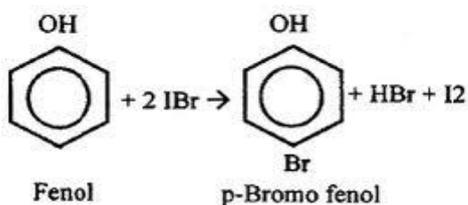


Triklorometana



Karbon tetraklorida

- c. Senyawa Sikloalkana, adalah hidrokarbon yang seperti alkane tetapi memiliki rantai karbon yang membentuk cincin. Contoh, reaksi senyawa siklis fenol bereaksi dengan bromin menghasilkan p-bromo fenol.



7.5. Aplikasi proses halogenasi di Industri

1. Freon merupakan zat pendingin pada almari pendingin dan pendingin ruangan. Ada 2 type freon, yaitu freon 11 (CCl_3F) dan freon 12 (CCl_2F_2)
2. Na_2SiF_6 merupakan bahan aktif yang ada pada pasta gigi berfungsi untuk menguatkan gigi.
3. NaF merupakan bahan bakar nuklir, dapat digunakan dalam proses pengolahan isotop uranium.
4. Teflon (*Poli Tetra Fluoro Etilena*) merupakan produk bahan plastik tahan panas.
5. Asam fluorida (HF) digunakan untuk mengukir di atas kaca karena dapat bereaksi dengan kaca.
6. Cl_2 sering digunakan sebagai desinfektan untuk membunuh kuman yang dapat menyebabkan berbagai penyakit.
7. PVC (Poly Vinyl Chloride) sebagai bahan pada industri plastik untuk produk pipa pralon.
8. NaClO , dapat mengoksidasi zat warna sehingga berfungsi sebagai pemutih, sehingga dapat digunakan sebagai *bleaching agent* pada industri kertas atau tekstil.
9. CHCl_3 , digunakan sebagai pelarut dan obat bius pada pembedahan.

10. CH_3Br , sebagai bahan campuran zat pemadam kebakaran.
11. NaBr , sebagai obat penenang saraf.
12. $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$, ditambahkan pada bensin agar timbal (Pb) dalam bensin tidak mengendap karena diubah menjadi PbBr_2 .
13. KIO_3 , sebagai tambahan yodium dalam garam dapur.
14. Iodoform CHI_3 , digunakan sebagai disinfektan untuk mengobati luka.

BAB VIII

SULFONASI

8.1. Pendahuluan

Istilah sulfonasi terutama digunakan untuk menyatakan reaksi-reaksi yang menggunakan pereaksi sulfonasi seperti asam sulfat pekat, oleum, dan pereaksi lainnya yang mengandung sulfur trioksida. Sulfonasi yang melibatkan penggabungan gugus asam sulfonat, $-SO_3H$, ke dalam suatu molekul ataupun ion, termasuk reaksi-reaksi yang melibatkan gugus sulfonil halida ataupun garam-garam yang berasal dari gugus asam sulfonat, misalnya penggabungan $-SO_2Cl$ ke dalam senyawa organik.

Sulfonasi senyawa aromatik merupakan salah satu tipe jenis sulfonasi yang paling penting. Senyawa aromatik yang digunakan adalah anilin, dan percobaan dilakukan dengan mereaksikan anilin dengan asam sulfat pekat (oleum) pada suhu $180^{\circ}C$ - $195^{\circ}C$, dan menghasilkan produk utama berupa asam sulfanilat dan air (sebagai produk sampingannya). Reaksi:



Anilin as. Sulfat as. Sulfanilat air

8.2. Sulfonasi Agent

1. Persenyawaan SO_3 , termasuk didalamnya:- SO_3 - H_2SO_4 - oleum
2. Persenyawaan SO_2 .
3. Senyawa sulfoalkilasi

Zat pensulfonasi yang paling efisien adalah SO_3 karena hanya melibatkan satu reaksi adisi secara langsung, contohnya:



SO_3 yang banyak digunakan adalah SO_3 dalam bentuk hidrat (oleum atau asam sulfat pekat) karena dengan SO_3 hidrat, air akan bertindak murni sebagai pelarut.

Sulfonasi senyawa aromatik merupakan salah satu jenis sulfonasi yang paling penting. Sulfonasi tersebut dapat dilakukan dengan mereaksikan senyawa aromatik dengan asam sulfat. Asam sulfat yang digunakan umumnya mengandung sulfur trioksida (oleum). Sama halnya dengan nitrasi dan halogenasi, sulfonasi senyawa aromatik adalah reaksi substitusi elektrofilik, tetapi merupakan reaksi yang dapat balik (reversibel).

Untuk proses sulfonasi senyawa aromatik yang lebih kompleks, temperatur dapat memberikan pengaruh, bukan hanya terhadap laju reaksi, tetapi juga terhadap sifat dari produk yang dihasilkan. Sebagai contoh, perubahan temperatur dalam sulfonasi naftalena menyebabkan perubahan komposisi produk asam monosulfonat dari sekitar 95% alpha isomer pada temperatur kamar menjadi 100% beta isomer pada 200°C.

8.3. Senyawa yang dapat disulfonasi

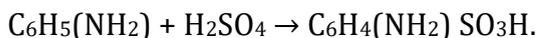
Senyawa yang dapat mengalami sulfonasi antara lain:

1. Zat alifatik misalnya hidrokarbon jenuh.
2. Olefin
3. Alkohol
4. Selulosa
5. Senyawa aromatis
6. Naphtalena
7. Antraquinone

8.4. Aplikasi Sulfonasi di Industri

1. Pembuatan asam sulfanilat

Asam sulfanilat dapat dibuat dari reaksi antara anilin dengan oleum (asam sulfat pekat) pada suhu reaksi antara 180°C dan 195°C dengan produk utamanya yaitu asam sulfanilat.



2. Sulfonasi pada alkohol

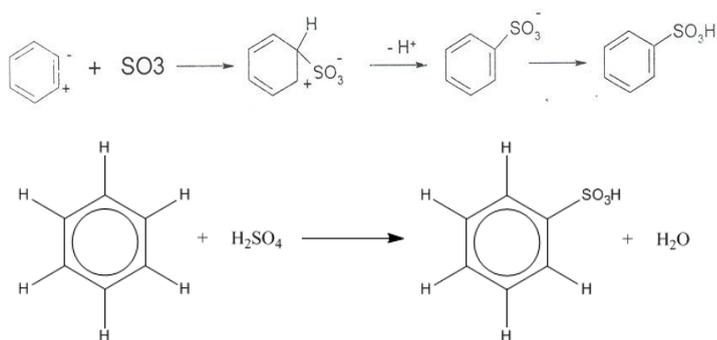
Sulfonasi pada alkohol adalah reaksi kimia yang terjadi pada gugus sulfonat (SO_3H) ditambahkan ke molekul alkohol. Reaksi ini sering digunakan untuk mengubah alkohol menjadi senyawa sulfonat alkohol (atau disebut juga sebagai alkohol sulfonat). Senyawa sulfonat alkohol ini memiliki gugus SO_3H yang sangat reaktif dan sering digunakan sebagai gugus kelompok yang mudah dilepaskan dalam berbagai reaksi kimia. Pada sulfonasi terhadap etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) menggunakan asam sulfat hasil akhir dipengaruhi oleh temperatur proses, pada temperatur 180°C akan dihasilkan etana ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) sedangkan pada temperatur 140°C akan menghasilkan dietil eter ($\text{C}_3\text{H}_6\text{OH}$)

3. Sulfonasi pada selulosa

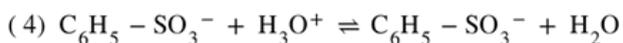
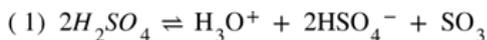
Sulfonasi pada selulosa adalah suatu proses kimia di mana gugus hidroksil (-OH) dalam molekul selulosa digantikan oleh gugus sulfonat (-SO₃H). Proses ini melibatkan masuknya gugus sulfonat ke dalam struktur selulosa, yang dapat mengubah sifat-sifat fisik dan kimia selulosa tersebut

4. Sulfonasi pada senyawa aromatis

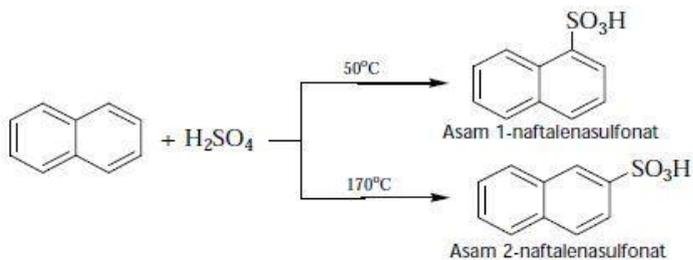
Sulfonasi pada benzena



5. Sulfonasi Pada Benzena



6. Sulfonasi pada senyawa polisiklik



DAFTAR PUSTAKA

- Daniel A. Crowl and Joseph F. Louvar. 2011. *Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications*.
- Fitriannoor, Taufiqur Rohman, Mahmud. 2022. Pengaruh Katalis Asam Sulfat Pada Sintesis Nitroselulosa Terhadap Derajat Substitus. *Jurnal Natural Scientiae*, 2(2).
- George T Austin. 1996. *Industri Proses Kimia, Jilid 1 Edisi 5*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Groggins, P. H. 1958. *Unit Process in Organic Chemistry, 5th ed*. Kogakusha: Mc Graw Hill Book Company.
- Moch Rizal Priatna, Wima Haikal Palit, Ronny Kurniawan. 2021. "Pengaruh Temperatur Hidrolisis Dan Konsentrasi larutan asam Pada Hidrolisis Eceng Gondok", Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- Rudy Agustriyanto, Lanny Sapei, Reny Setiawan, Gabriella Rosaline. 2017. Pengaruh Rasio Asam Sulfat Terhadap Asam Nitrat Pada Sintesis Nitrobenzene Dalam CSTR., Proseding Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2017, ITN Malang.
- W. Green; Marylee Z. Southard. 2019. *Perry's Chemical Engineers' Handbook, 9th Edition*. Mc-Graw Hill Education.

<http://widyaurhayati-kimiaindustri.blogspot.com/>
<http://bioteknologipunyasigit.blogspot.com/2011/01/pembuatan-bioetanol-di-pgps-madukismo.html>
<https://ekonomi.kompas.com/read/2019/02/11/220200926/pertamina-temukan-cadangan-minyak-baru-di-riau>
<https://kejarcita.id/bank/questions/321593>
<https://tonnisitumorang.blogspot.com/2020/04/pembuatan-margarin-dari-bahan-baku.html>

SINOPSIS

Buku ini adalah panduan komprehensif yang memperkenalkan pembaca pada berbagai proses kimia penting dalam industri, termasuk nitrasi, oksidasi, aminasi, hidrogenasi, hidrolisis, halogenasi dan sulfonasi. Setiap proses dijelaskan secara detail, mencakup prinsip dasar, mekanisme reaksi, parameter penting, dan aplikasi industri.

Secara keseluruhan, Proses Industri Kimia terdiri dari: Nitrasi, Oksidasi, Aminasi, Hidrogenasi, Hidrolisis, Halogenasi dan Sulfonasi adalah sumber yang kaya informasi bagi para mahasiswa, ilmuwan, dan profesional industri yang tertarik dalam memahami dan menerapkan berbagai proses kimia penting dalam produksi bahan kimia dan produk konsumen.

TENTANG PENULIS



Penulis, Ery Fatarina Purwaningtyas lahir di Wonosobo Jawa Tengah pada tanggal 22 November 1967. Memiliki profesi sebagai tenaga pengajar dengan status PNS atau dosen yang diperbantukan di PT swasta, yaitu Universitas 17 Agustus 1945 (UNTAG) Semarang pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia sejak tahun 1994 dan Fakultas Teknologi Pertanian sejak tahun 2008. Menjadi tenaga pengajar di perguruan tinggi adalah hal yang menyenangkan karena setiap tahun berganti mahasiswa.

Menempuh pendidikan dasar di dua tempat yaitu SD Negeri 1 Wonosobo dan SD Negeri Panggung 1 Semarang lulus pada tahun 1980, pendidikan SMP di SMP Negeri 13 Semarang lulus tahun 1983, pendidikan SLTA di SMK Kimia Industri Theresiana Semarang lulus tahun 1986, selanjutnya studi strata 1 diselesaikan di UNTAG Semarang pada program studi Teknik Kimia dan Strata 2

ditempuh di UNDIP Semarang pada Jurusan Teknik Kimia.

Pengalaman menulis dimulai sejak tahun 2011, buku pertama dengan judul Satuan Operasi 2 merupakan buku diktat kuliah di Fakultas Teknologi Pertanian, berikutnya ada beberapa buku yaitu: Catatan Dari Kampus Merah Putih-Covid 19 (2020); CaCO_3 : Natural formation, theory, production, and applications (2022) menulis bersama ; Mengenal Produk Industri Teknik Kimia (2023) menulis bersama mahasiswa. Dua judul terakhir berhubungan erat dengan ilmu keteknik kimiaan.

Menulis bukan hal yang mudah perlu waktu, konsentrasi dan jiwa sepenuh hati. Karya tulisan sesederhana apapun akan tetap menjadi bacaan bagi yang memerlukan. Semoga ke depan semakin banyak karya buku yang bisa dihasilkan.

Proses Industri Kimia

Buku ini adalah panduan komprehensif yang memperkenalkan pembaca pada berbagai proses kimia penting dalam industri, termasuk nitrasi, oksidasi, aminasi, hidrogenasi, hidrolisis, halogenasi dan sulfonasi. Setiap proses dijelaskan secara detail, mencakup prinsip dasar, mekanisme reaksi, parameter penting, dan aplikasi industri.

Secara keseluruhan, Proses Industri Kimia terdiri dari: Nitrasi, Oksidasi, Aminasi, Hidrogenasi, Hidrolisis, Halogenasi dan Sulfonasi adalah sumber yang kaya informasi bagi para mahasiswa, ilmuwan, dan profesional industri yang tertarik dalam memahami dan menerapkan berbagai proses kimia penting dalam produksi bahan kimia dan produk konsumen.



Penerbit P4I

ISBN 978-623-8488-34-6 (jil.1)



9 786238 488346