

PROSES KIMIA DALAM INDUSTRI MANUFAKTUR 2

ATIKHA SIDHI CAHYANA, ST., MT
WIWIK SULISTYOWATI, ST., MT

ISBN 978-623-6833-73-5 (PDF)



BUKU AJAR
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO



UMSIDA
DARI SINI PENCERAPAN BERSEKUTU

PROSES KIMIA DALAM INDUSTRI MANUFAKTUR 2

ATIKHA SIDHI CAHYANA, ST., MT
WIWIK SULISTYOWATI, ST., MT

BUKU AJAR
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO



BUKU AJAR
PROSES KIMIA DALAM INDUSTRI
MANUFAKTUR 2

Oleh
Atikha Sidhi Cahyana, ST., MT.
Wiwik Sulistiyowati, ST., MT.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO
2020

BUKU AJAR
PROSES KIMIA DALAM INDUSTRI MANUFAKTUR 2

Penulis:

Atikha Sidhi Cahyana, ST., MT.

Wiwik Sulistiyowati, ST., MT.

ISBN :

978-623-6833-73-5

Editor:

Dr. Hana Catur Wahyuni, ST., MT.

Design Sampul dan Tata Letak:

Mochammad Nashrullah, S.Pd.

Amy Yoga Prajati, S.Kom

Penerbit:

UMSIDA Press

Anggota IKAPI No. 218/Anggota Luar biasa/ JTI/2019

Anggota APPTI No. 002 018 09 2017

Redaksi

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Jl. Mojopahit No 666B

Sidoarjo, Jawa Timur

Cetakan Pertama, September 2020

©Hak Cipta dilindungi undang undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dengan sengaja, tanpa ijin
tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya Buku Ajar Proses Kimia dalam Industri Manufaktur 2 dapat diselesaikan dengan baik dan tanpa halangan yang berarti. Shalawat dan salam selalu kami sampaikan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW.

Tim penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Hindarto, S.Kom., MT., Dekan Fakultas Sains dan Teknologi yang memberikan arahan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan buku ajar ini.
2. Atikha Sidhi Cahyana, ST.,MT., Kaprodi Teknik Industri yang telah memberikan dukungan untuk menyusun buku ajar ini.
3. Rekan-rekan dosen program studi Teknik Industri yang telah berbagi pengalaman dalam mengampu mata kuliah tersebut.

Saran dan kritik sangat penulis harapkan untuk mewujudkan buku ajar Proses Kimia dalam Industri Manufaktur 2 yang lebih baik dan tentunya sesuai dengan amanat peraturan yang berlaku. Terimakasih.

Tim Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL

KATA PENGANTAR...**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

DAFTAR ISI IV

DAFTAR TABEL**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

DAFTAR GAMBAR**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

BAB I. INDUSTRI KERAMIK 1

SUB-CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH 1

PENGERTIAN KERAMIK 1

SEJARAH KERAMIK 2

SIFAT FISIK KERAMIK 2

BAHAN DASAR KERAMIK 4

PROSES DASAR PEMBUATAN KERAMIK 6

VITRIVIKASI 6

DIAGRAM ALIR PROSES PEMBUATAN KERAMIK 6

KESIMPULAN 12

PERTANYAAN 12

REFERENSI 12

BAB II. INDUSTRI SEMEN 14

SUB-CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH 14

PENGERTIAN SEMEN 14

MACAM-MACAM DAN SIFAT-SIFAT SEMEN 15

PROSES BENIFIKASI 21

PROSES PEMBUATAN DALAM PABRIK 22

DIAGRAM ALIR PEMBUATAN SEMEN 23

SENYAWA-SENYAWA PENYUSUN SEMEN 26

KESIMPULAN	26
PERTANYAAN	27
REFERENSI.....	28
BAB III. <u>INDUSTRI SABUN</u>	29
SUB-CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH.....	29
PENGERTIAN SABUN.....	29
BAHAN BAKU SABUN	30
SIFAT SABUN.....	33
SIFAT FISIK DAN KIMIA BAHAN PEMBUAT SABUN	35
PROSES PEMBUATAN SABUN	40
PEMBUATAN SABUN BUBUK	43
BAHAN PEMBERSIH SINTESIS (DETERGEN).....	43
SIFAT-SIFATNYA.....	45
CARA KERJA DETERGEN	45
PROSES PEMBUATAN DETERGEN.....	45
KESIMPULAN	47
PERTANYAAN	47
REFERENSI.....	48
BAB IV. <u>INDUSTRI ALKOHOL</u>	49
SUB-CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH.....	49
SEJARAH ALKOHOL.....	49
PENGERTIAN ALKOHOL	50
ALKOHOL SINTETIS	52
KARAKTERISTIK ALKOHOL	53
BAHAN BAKU	54
PROSES PRODUKSI ETANOL	56
<u>MACAM CARA PEMBUATAN ETANOL</u>	56

KESIMPULAN	69
PERTANYAAN	70
REFERENSI.....	70
BAB V. <u>INDUSTRI MINYAK BUMI</u>.....	72
SUB-CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH.....	72
MINYAK BUMI DAN HASIL PENGOLAHANNYA	72
PRODUK-PRODUK YANG DIHASILKAN DARI PENGOLAHAN MINYAK BUMI.....	73
PENGELOMPOKAN INDUSTRI MINYAK BUMI	73
PERUSAHAAN INDUSTRI MINYAK BUMI DI INDONESIA.....	74
KLASIFIKASI HASIL PEMASAKAN	76
SINTESIS MINYAK BUMI.....	78
ANGKA OKTAN	78
KLASIFIKASI JENIS MINYAK DAN PENERJAANNYA	79
PENGKILANGAN MINYAK	80
DIAGRAM ALIR PENYULINGAN MINYAK MENTAH.....	83
INDUSTRI GAS BUMI.....	85
KESIMPULAN	85
PERTANYAAN	86
REFERENSI.....	86
BAB VI. <u>INDUSTRI CAT DAN PERNIS</u>.....	89
SUB-CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH.....	89
INDUSTRI CAT.....	89
PROSES PEMBUATAN CAT	93
INDUSTRI PERNIS	96
PERNIS MINYAK	96
PROSES PEMBUATAN	97

PERNIS SPIRITUS.....	99
KESIMPULAN	99
PERTANYAAN	101
REFERENSI.....	101
DAFTAR PUSTAKA.....	102
BIODATA PENULIS.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

**BATANG TUBUH DAN
SUB-CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH**

BAB	Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah
BAB I INDUSTRI KERAMIK	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mahasiswa mampu memahami macam dan jenis keramik. 2. Mahasiswa mampu memahami bahan-bahan pembuat keramik. 3. Mahasiswa mampu memahami proses pembuatan keramik.
BAB II INDUSTRI SEMEN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mahasiswa mampu memahami asal dan jenis semen. 2. Mahasiswa mampu memahami bahan-bahan pembuat semen. 3. Mahasiswa mampu memahami proses pembuatan semen.
BAB III INDUSTRI SABUN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mahasiswa mampu memahami macam-macam sabun. 2. Mahasiswa mampu memahami bahan-bahan pembuat sabun. 3. Mahasiswa mampu memahami proses pembuatan sabun.
BAB IV INDUSTRI ALKOHOL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mahasiswa mampu memahami bahan pembuatan alkohol. 2. Mahasiswa mampu memahami proses pembuatan alkohol.
BAB V INDUSTRI MINYAK BUMI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mahasiswa mampu memahami asal mula minyak bumi. 2. Mahasiswa mampu memahami proses minyak bumi.

	3. Mahasiswa mampu memahami hasil dan manfaat dari proses minyak bumi.
BAB VI INDUSTRI CAT DAN PERNIS	<ol style="list-style-type: none">1. Mahasiswa mampu memahami bahan pembuatan cat dan pernis.2. Mahasiswa mampu memahami proses pembuatan cat dan pernis.

BAB I

INDUSTRI KERAMIK

Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

1. Mahasiswa mampu memahami macam dan jenis keramik.
2. Mahasiswa mampu memahami bahan-bahan pembuat keramik.
3. Mahasiswa mampu memahami proses pembuatan keramik.

Pengertian keramik

Keramik adalah bahan yang sejak 4000 sebelum masehi telah digunakan oleh masyarakat, antara lain bata, pot bunga dan genteng rumah. Sifat keramik yang kuat dan tahan pada temperatur tinggi, bahan keramik menjadi bahan yang sangat penting didalam mesin. Dalam industri modern, keramik digunakan dalam proses pembakaran otomotif yaitu untuk menghasilkan *ignition park* yang telah digunakan sejak lama.

Bahan baku pembuatan Keramik pada umumnya adalah tanah liat, penggunaan keramik pada umumnya untuk perabot rumah tangga dan perumahan. Bahan keramik saat ini tidak terbatas hanya untuk rumah tangga dan perumahan saja, akan tetapi sudah di gunakan sebagai isolator listrik dan tentunya produk keramik sudah digunakan dalam berbagai bidang keilmuan.

Sejarah Keramik

Kata keramik berasal dari kata *greek* atau *keramos*, yang artinya tanah liat yang di bakar pada suhu tinggi lebih dari 1500°C. Menurut Kingery (1976) beliau merupakan seorang ilmuwan material dari Amerika yang mengembangkan metode sistematis untuk mempelajari keramik bahwa keramik merupakan hasil seni dan pengetahuan untuk menghasilkan produk yang sebagian besar bahan bakunya adalah bahan bukan logam maupun bukan organik. Horslay juga menyatakan hal yang sama dengan Kingery. Maka, Industri keramik menghasilkan berbagai jenis produk yang bahan dasarnya adalah silikat.

Sejarah yang paling tua sepanjang peradaban manusia adalah sejarah pembuatan keramik. Musium-musium banyak menyimpan barang keramik dari tahun 15000 sebelum masehi dan berkembang cukup pesat dalam kurun waktu 10 abad setelahnya. Proses pembuatan keramik terus berkembang dengan proses-proses yang diperbarui mengikuti perkembangan kebutuhan, misalkan untuk pembuatan bata, bata dibuat dari bahan buangan berbahan organik seperti limbah hasil proses tambang dan lain-lain.

Sifat Fisik Keramik

Keramik memiliki sifat yang mungkin tidak dimiliki oleh bahan yang lain, antara lain :

1. Memiliki daya tahan terhadap suhu tinggi yang sangat baik dan *konduktivitas* panasnya rendah.
2. Tahan terhadap korosi.

3. Memiliki sifat listrik sebagai *insulator*, *semikonduktor*, *konduktor* bahkan *superkonduktor*.
4. Sifatnya bisa magnetik dan *non* magnetik.
5. Ketahanan materialnya kuat dan keras, tapi rapuh terhadap benturan.

Kemampuan tahan panas pada keramik menjadi hal yang paling penting dimana meliputi :

1. Keramik memiliki kemampuan untuk menyerap panas dari sekitarnya, panas yang diserap dalam bentuk atom atau ion.
2. *koefisien ekspansi termal*,
3. *konduktivitas termal*.

Sifat-sifat keramik ini bersamaan dengan sifat yang lain yaitu memiliki struktur material yang unik dengan kerapatan yang rendah sehingga keramik memiliki titik leleh yang tinggi.

Masalah utama pada industri keramik bila bahan digunakan untuk diaplikasikan dengan bentuk struktur yang berbeda-beda adalah adanya sifat keramik lainnya yang cenderung mudah patah dan rapuh. Perbedaan antara keramik, logam dan bahan polimer terlihat di tabel 1.1.

Tabel 1. 1. Perbedaan antara keramik, logam dan bahan polimer

Jenis	Sifat
Keramik	Bahan bukan logam dan bukan organik, keras, kuat, tahan terhadap bahan kimia, temperatur titik lelehnya tinggi.

Logam	Bahan metalik dan organik, tingkat kekerasan dan kekuatan tergantung bahan penyusun, tidak stabil terhadap bahan kimia, titik leleh berbeda-beda tergantung sifat material penyusunnya.
Polimer	Bahan organik, sifat cenderung lembut dan lemah, mudah dipengaruhi oleh bahan kimia lain, suhu titik cair rendah

Keramik dibagi menjadi 5 macam :

1. Keramik Putih.
Contoh : Barang pecah belah, isolator listrik.
2. Keramik Kasar
Contoh : Gerabah, batu bara, genting.
3. Keramik tahan api atau panas (refraktor)
Contoh : Kawat borselen, crush.
4. Keramik Email
Contoh : Transistor.
5. Keramik Gelas
Contoh : Piring.

Bahan Dasar Keramik :

1. *Felspar*
Dibagi 3 macam, yaitu :
 - a. *Felspar poras* ($K_2OAl_2O_3, 6SiO_2$)
 - b. *Felspar kapur* ($CaO, Al_2O_3, 6SiO_2$)

c. *Felspar* soda (Na_2O , Al_2O_3 , 6SiO_2)

Fungsi daripada *felspar* adalah sebagai zat pelebur atau *flux*. Hal ini disebabkan karena *felspar* dapat menurunkan titik lebur benda-benda keramik atau bahan-bahan yang ada di dalam keramik.

2. *Clay*

Clay disebut juga hidrat ammonium silikat yang berasal dari pelapukan felspar.

3. *Kwarsa*

Pasir adalah penyusun utama benda-benda keramik untuk benda-benda yang transparan harus digunakan pasir dengan kadar oksida besi rendah. Contohnya adalah gelas atau kaca.

Zat-zat tambahan keramik dibedakan menjadi 2 :

1. Zat lebur, meliputi :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| a. Borak | f. Kreolit |
| b. Asam borak | g. Oksida besi |
| c. Soda abu | h. Oksida antimon |
| d. NaNO_3 | i. Oksida timbal |
| e. Flourspar | |

2. Zat tahan api, meliputi :

- | | |
|------------------------|----------------|
| a. Alumina | f. Kapur |
| b. Olefin atau olivene | g. Zilkonia |
| c. Kromit atau khromit | h. Itania |
| d. Aluminium silikat | i. Karborundum |
| e. Magnesit | j. Mulit |

Proses Dasar Pembuatan Keramik

1. Pencampuran
2. Pembentukan
3. Pengeringan
4. Pengglasiran
5. Pembakaran

Pada proses pengeringan dan pembakaran akan terjadi proses :

- a. Dehidrasi (pelepasan air)
- b. Kalsinasi
- c. Oksidasi senyawa-senyawa ferro dan zat organik
- d. Pembentukan silikat

Vitrifikasi

Vitrifikasi ialah proses dimana zat melebur dan menutup pori-pori pada waktu pemanasan atau pembakaran. Proses ini tergantung pada suhu, lama pembakaran dan jenis zat pelebur atau zat tahan apinya.

Diagram Alir Proses Pembuatan Keramik

Diagram alir proses pembuatan keramik terlihat pada gambar 1.1.

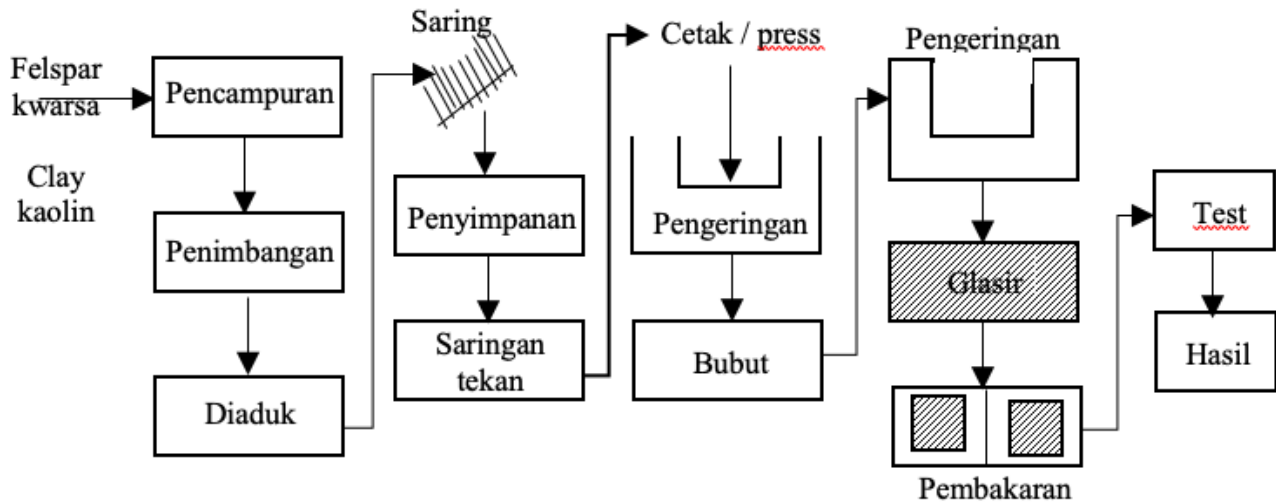
Penjelasan proses pembuatan keramik :

1. Semua bahan yang dicampur untuk memperoleh massa yang sama kemudian diaduk dengan menggunakan *muller mixer*.

Proses ini dilakukan agar bahan yang digunakan dari bahan baku yang bermacam-macam menjadi bahan keramik plastis yang siap dipakai. Didalam prosesnya ada yang basah, setengan basah dan kering, bisa dengan cara manual atau menggunakan alat.

Tahapan prosesnya adalah

- a. Penghalusan bahan dengan penumbukan atau penggilingan agar bahan menjadi halus dengan menggunakan *ballmill*.
- b. Penyaringan dilakukan agar ukuran bahan menjadi seragam, biasanya menggunakan penyaringan dengan ukuran 60 sampai dengan 100 *mesh*.
- c. Pencampuran dan pengadukan dilakukan agar bahan mendapatkan campuran yang sama dan rata, proses pencampuran menggunakan *mixing* atau *blunger*.
- d. pengurangan kadar air dilakukan jika proses adalah proses basah, yaitu dengan diangin-anginkannya bahan di atas meja yang terbuat dari *gips* atau menggunakan alat tekan yang disebut dengan *filter press*.



Gambar 1. 1. Proses pembuatan keramik

- e. Pengulian adalah proses yang terakhir yang dilakukan agar bahan tercampur merata secara homogen sekaligus menghilangkan gelembung-gelembung udara yang terkandung. Prosesnya adalah bahan diuli kemudian disimpan dalam tempat yang tertutup, dibiarkan atau diperam agar didapatkan bahan plastisan yang maksimal.
2. Bahan-bahan yang telah diaduk rata, dibentuk sesuai dengan keinginan, hal ini disebut dengan tahap pembentukan.
- Pada tahap ini, bongkahan tanah liat dibentuk menjadi produk-produk yang dikehendaki.
- Ada 3 teknik utama dalam membentuk tanah liat menjadi benda keramik yaitu :
- a. Pembentukan menggunakan tangan secara langsung (*handbuilding*), yaitu teknik pembentukan keramik dengan tangan yang menggunakan metode pilin (*coiling*), pilin (*coiling*), pijit (*pinching*),
 - b. Pembentukan dengan Teknik Putar (*throwing*), teknik ini biasanya menjadi ciri khas dalam pembuatan keramik, dimana keramik akan dibentuk dengan tahapan tahapan tertentu yaitu pemusatan (*centering*), pengerucutan (*coning*), pembentukan (*forming*), membuat ketinggian barang (*rising*), merapikan (*refining the contour*).
 - c. Pembentukan dengan teknik cetak, cetakan yang digunakan terbuat dari *gypsum* dan teknik ini memiliki keunggulan dalam segi hasil yaitu akan didapatkan produk keramik dengan ukuran yang sama persis, hal ini berbeda dengan

teknik-teknik pembentukan keramik lainnya. Metode pembentukan keramik dengan teknik cetak ini ada 2 cara yaitu :

- (1). Cetak padat, pada teknik ini bahan baku yang digunakan adalah tanah liat plastis dan
- (2). Cetak tuang (*slip*), pada Teknik ini bahan yang digunakan berupa tanah liat (*slip*) atau lumpur.

3. Pengeringan.

Tujuan dari proses pengeringan adalah menghilangkan atau mengurangi kadar air yang terikat pada hasil keramik. Proses ini dilakukan setelah proses pembentukan selesai. Pada proses pengeringan ada 3 proses penting yang terjadi yaitu :

- a. Air pada yang berada pada lapisan antar partikel lempung bergerak ke permukaan, akhirnya menguap, sehingga partikel-partikel saling berikatan dan proses penyusutan berhenti.
- b. Air yang berada pada pori-pori produk keramik akan hilang tanpa proses penyusutan produk.
- c. Air yang terkandung pada permukaan partikel produk keramik hilang karena menguap.

Proses pada tahap ini harus dilakukan agar proses pengeringan berjalan secara lambat sehingga produk keramik dapat terhindar dari keretakan (*cracking*).

Jenis pemanasan :

- a. Di udara terbuka (untuk gerabah, genting dan batu bata).
- b. Dengan pengering buatan yaitu dengan cara mengalirkan udara panas.

Karena produk keramik semua sifatnya tahan terhadap panas, akan tetapi sifat ini tergantung pada *oksida refraktorinya* terhadap *oksida fluks* yang ada di dalam produk keramik.

4. Pembakaran

Tahap Pembakaran adalah tahapan inti dari industri pembuatan keramik, dalam tahap ini akan terjadi perubahan produk keramik yang awalnya rapuh menjadi padat, kuat, keras dan kedap air.

Pembakaran dilakukan dalam sebuah tungku yang biasanya di sebut dengan *furnace* yang memiliki suhu yang sangat tinggi.

benda keramik yang telah dibakar pada kisaran suhu 700 – 1000°C disebut dengan istilah pembakaran biskuit (*bisque*).

Untuk benda-benda keramik yang mengkilap atau berglasir, pada proses pembakaran ini keramik akan menjadi mengkilat karena dengan bantuan pemanasan dengan suhu tinggi produk keramik akan menyerap glasir secara optimal.

Macam pembakaran :

- a. Pembakaran secara periodik misalnya : tungku pembakar untuk batu bata, genting dan porselin.
- b. Tungku *hoffman* yang bergerak adalah pembakarannya.
- c. Tungku terowongan yang bergerak adalah bendanya

5. Pengglassiran.

Pengglasiran merupakan tahap yang dilakukan sebelum dilakukan pembakaran *glassir*. Benda keramik biskuit dilapisi *glassir* dengan cara dicelup, dituang, disemprot, atau dikuas.

Untuk benda-benda kecil-sedang pelapisan *glassir* dilakukan dengan cara dicelup dan dituang, untuk benda-benda yang besar pelapisan dilakukan dengan penyemprotan. Fungsi glasir pada

produk keramik adalah untuk menambah keindahan, supaya lebih kedap air, dan menambahkan efek-efek tertentu sesuai keinginan.

Kesimpulan

Keramik mempunyai berbagai penggunaan, dapat di gunakan sebagai perabot rumah tangga, pembangunan perumahan maupun dalam industri besar dan kecil. Keramik mempunyai sifat seperti struktur kerapatan (*density*) yang rendah dan *modulus elastisitas* yang tinggi sehingga dapat di gunakan sebagai alat pemotong logam-logam keras pada kecepatan potong yang tinggi, digunakan dalam kelistrikan karena mempunyai sifat tidak menghantarkan listrik. Sifat magnet yang tinggi sesuai jika di gunakan pada *loud speaker*. Keramik di gunakan juga di dalam mesin *diesel* sebagai komponen-komponen pemutar (*rotor*) dan juga pada turbin.

Pertanyaan :

1. Fungsi proses *glassir* pada pembuatan keramik adalah ?
2. Proses di mana zat melebur dan menutup hari teori pada waktu pemanasan dan pembakaran keramik disebut ?
3. Bisa Untuk apa sajakah produk-produk keramik ? berikan contoh !
4. Apa sajakah bahan dasar pembuatan keramik?
5. Sebutkan sifat-sifat fisik keramik!

Referensi :

Anonim, 1981, *Advances in Ceramics*, The American Ceramic Society, vol. 1-3, Columbus, Ohio.

- Cahner, 1977, Ceramic Data Book, Boston.
- Conrad, 1980, Contemporary Ceramic Formulas, McMillan, New York.
- Frechette, Pye, Reed, 1974, Ceramic Engineering And Science, Emerging Priorities Materials Science Research, Plenum, vol. 8 New York.
- Grimshaw, 1971, The Chemistry and Physics Of Clays, eds. 4, Willey, New York.
- Hare, Palmour, 1978, Processing of Ceramics Before Firing, Wiley, New York.
- Homeny, Bradt, 1980, Thermal Shock of Refractories, Plenum, New York.
- Kingery, Brown, Williams, 1976, Introduction to Ceramics, eds. 2, Wiley, New York.
- Minerals Year Book, U. S. Dept. Of the Interior-Norton, 1974, Elements of Ceramics, eds. 2, Addison-Wesley, Reading, Mass.
- National Bureau of Standards, 1981, Phase Diagrams for Ceramists, The American Ceramic Society, Columbus, Ohio.
- Norton, 1970, Fine Ceramics, McGraw-Hill New York.
- Norton, 1968, Refractories, eds. 4, McGraw-Hill, New York.
- Palmour, Davids, Hare, 1976, Processing of Crystalline Ceramics, Material Science Research, vol. 11, Plenum, New York.
- Popper, 1974, Special Ceramics, Proc. 6th Symp. Spec. Ceram. Brit. Ceram. Res. Assoc.
- Tsai, Hahn, 1981, Introduction To Composite Materials, Technomic Publising, Westport, Conn.

Worall, 1975, Clays and Ceramics Raw Materials, Halsted, New York.

BAB II INDUSTRI SEMEN

Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

1. Mahasiswa mampu memahami asal dan jenis semen.
2. Mahasiswa mampu memahami bahan-bahan pembuat semen.
3. Mahasiswa mampu memahami proses pembuatan semen.

Pengertian Semen

Semen adalah campuran batu-bantuan tertentu yang jika ditambah dengan air maka akan mengeras dengan sendirinya, mula-mula secara sederhana semen dibuat dengan membakar batu-batuan dalam yang jika hasilnya ditambah dengan air akan mengeras. Dengan majunya teknologi maka proses pembuatan semen mengalami perbaikan untuk menghasilkan semen sesuai dengan kebutuhan.

Semen sudah dikenal sejak lama dan pada tahun 1824 orang Inggris bernama Yoseph Aspain dari Inggris membuat semen dengan cara membakar batu-batuan dari kepulauan Portland yang hasilnya sampai sekarang dikenal dengan sebutan *portland cement*. Kemudian di Itali semen dibuat dengan cara membakar batu-batuan dari Pozzolana yang berasal dari erosi gunung berapi yang kualitas hasilnya hampir sama dengan semen Portland.

Macam-Macam dan Sifat-Sifat Semen :

1. Semen Portland Pozzolana (PPC)

Semen Portland Pozzolana dibuat dari proses pembakaran dengan komposisi tanah Pozzolana : kapur = 4 : 1.

Semen PPC adalah semen Portland yang digiling bersama-sama dengan bahan yang memiliki sifat pozzolan. Pencampuran dilakukan dalam bentuk bubuk.

Semen PPC digunakan antara lain untuk perumahan dan bangunan bertingkat, jalan raya, jembatan, landasan bandara udara, bangunan tahan garam seperti dermaga, bangunan untuk irigasi, bendungan, dam, pondasi, beton, genteng, batako, paving blok, *roster*, dan lain-lain.

Karakteristik & Keunggulan semen PPC :

Kuat Tekan :

Semen PPC memiliki kuat tekan yang tinggi, pada pengerjaan suatu proyek, semen akan mengalami pengerasan secara sempurna pada hari ke 28. Pada uji coba kuat tekan semen PPC selama 3 hari = 217 kg/cm², 7 hari = 294 kg/cm² dan 28 hari = 392 kg/cm². Hal ini sangat berpengaruh pada kecepatan penyelesaian suatu proyek pembangunan.

Cepat Kering :

Kecepatan kering semen PPC juga sangat tinggi, pengukurannya dilakukan saat proses pengikatan awal sampai proses pengikatan akhir. Proses pengikatan awal minimat terjadi 45 menit dan proses

pengikatan akhir maksimal terjadi dalam waktu 425 menit dengan nilai cepat kering semen PPC melalui uji coba yang dilakukan berkisar pada pengikatan awal 140 menit dan pengikatan akhir 270 menit.

Daya Rekat :

Daya rekat sangat dipengaruhi oleh kadar kapur yang terdapat pada semen, apabila kadar kapur terlalu tinggi maka dapat mengurangi daya rekat semen terhadap batu, pasir sehingga menyebabkan retak yang sangat halus dan Panjang biasanya disebut dengan retak rambut pada saat digunakan. Biasanya produk semen sangat memperhatikan kadar kapur, dan kadar kapur yang umum digunakan dalam semen untuk menjaga kualitas semen dibatasi maksimal 2 %.

Plastisitas / *workabilitas* :

Plastisitas atau *workabilitas* pada semen PPC sangat dipengaruhi oleh kadar *plastisizer* yang ditambahkan dalam campuran semen. Semakin tinggi kadar *plastisizer* akan semakin plastisitas, namun ada batasan tertentu agar tidak menurunkan kuat tekan di bawah batas yang ditentukan.

Ketahanan terhadap sulfat dan garam :

Kandungan *pozzolan* pada semen PPC akan membuat CaO yang terkandung dalam produk akan bereaksi dengan *pozzolan* dan air membentuk senyawa baru yang sifatnya tahan terhadap sulfat dan garam. Semakin lama waktu penggunaan semen pada bangunan maka sifat tahan terhadap sulfat dan garam akan semakin baik.

Panas Hidrasi.

Penambahan *pozzolan* juga menguntungkan pada pembuatan beton dengan volume yang besar, dengan mengikuti baku mutu syarat panas hidrasi dengan nilai tertentu akan dapat mengurangi timbulnya keretakan pada produk akibat dari kecepatan hidrasi yang berlebihan.

Bahan semen PPC :

Bahan semen PPC terdiri dari batu *pozzolan* yang didapat dari alam seperti abu vulkanis, tanah *diatome*, *tufa*, *fumice*, batu *pozzolan* buatan yang didapat dari hasil pembakaran tanah liat, pembakaran batubara berupa *fly ash*, *actifated silica*, abu sekam.

2. Portland Cement

Dihasilkan dengan cara menggilng halus *klinker* (butiran kecil hasil pemanasan) yang sebagian besar terdiri atas senyawa kalsium. Semen ini berwarna abu-abu agak hijau, semen putih termasuk didalamnya. Bedanya semen putih mengandung sedikit senyawa besi oksida.

Semen *Portland* adalah semen dari hasil penggilingan batu-batuan *Portland* yang mengandung *kalsium silikat* dan bahan-bahan tambahan yang mengandung senyawa *kalsium sulfat* serta bahan yang lain.

Bahan kimia penyusun semen *portland* :

1. C_3S (*Tricalcium Silicate*),
2. C_2S (*Dicalcium Silicate*),
3. C_3A (*Tricalcium Aluminate*),

4. C_4AF (*Tetracalcium Alumino Ferrite*),
5. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (*Gypsum, Calcium Sulfat Dihidrat*).

Standart Kimia Semen terlihat pada tabel 2.1

Tabel 2. 1. Standard kimia semen

JENIS PENGUJIAN		SNI 15-2049-2004 (PC I)	SNI 15-0302-2004 (PPC)
ANALISA KIMIA			
SiO ₂	%	-	-
Al ₂ O ₃	%	-	-
Fe ₂ O ₃	%	-	-
CaO	%	-	-
MgO	%	maks. 6,0	maks. 6,0
SO ₃	%	maks. 3,5	maks. 4,0
Hilang Pijar	%	maks. 5,0	maks. 5,0
Kapur Bebas	%	-	-
Insolubel	%	maks. 3,0	-
C ₃ S	%	-	-
C ₂ S	%	-	-
C ₃ A	%	-	-
C ₄ AF	%	-	-

Semen *Portland* banyak digunakan untuk perumahan dan bangunan bertingkat tinggi, jalan raya, jembatan, landasan bandara udara, beton, genteng, batako, paving blok dan *roster*.

Standar Fisika Semen terlihat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2. Standard fisika semen

JENIS PENGUJIAN	SNI 15-2049-2004 (PC I)	SNI 15-0302-2004 (PPC)
SIFAT FISIKA		
Kehalusan		
- Dengan Blaine m ² /kg	min. 280	min. 280
Waktu Pengikatan Dengan Vicat		
- Awal menit	min. 45	min. 45
- Akhir menit	maks. 375	maks. 420
Kekekalan Bentuk Dengan Autoclave		
- Pemuaihan %	maks. 0,8	maks. 0,8
Kekuatan Tekan		
- Umur 3 hari kg/cm ²	min. 125	min. 125
- Umur 7 hari kg/cm ²	min. 200	min. 200
- Umur 28 hari kg/cm ²	min. 280	min. 250
Pengikatan Semu, false set		
- Penetrasi Akhir %	min.50	-
Panas Hidrasi		
- Umur 7 hari kal/gr	-	maks.70
- Umur 28 hari kal/gr	-	maks.80
Kandungan Udara %	-	maks. 12

Jenis – jenis semen Portland dibagi berdasarkan kegunaan :

a. Semen *Portland* Jenis 1

Semen *Portland* jenis 1 sering digunakan untuk bahan bangunan yang umum seperti pembuatan Gedung, jembatan, perumahan, dan jalan raya.

b. Semen *Portland* Jenis 2

Semen *Portland* jenis 2 digunakan untuk bangunan yang diperuntukkan tahan terhadap sulfat dan panas, seperti bangunan dermaga dan bendungan.

c. Semen *Portland* Jenis 3

Semen *Portland* jenis 3 digunakan untuk pembangunan yang penggunaannya membutuhkan kekuatan yang tinggi setelah terjadi pengikatan seperti jalan raya, jembatan, dan lapangan terbang.

d. Semen Portland Jenis 4

Semen *Portland* jenis 4 yang digunakan untuk pembangunan yang penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah seperti pembuatan dam atau bendungan.

e. Semen Portland Jenis 5

Semen *Portland* jenis 5 yang digunakan untuk pembangunan yang penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat, seperti pembuatan dermaga dan bangunan untuk industri kimia.

3. Semen Alumina Tinggi

Dibuat dengan cara mengkalsinasikan campuran kapur dan bauksit yang biasanya mengandung FeO, Silika dan Magnesia. Sedangkan prosentase terbesar (40% sampai 70%) adalah Al_2O_3 . Semakin banyak senyawa Al, semakin tahan semen tersebut terhadap panas. Sifat semen ini adalah :

- a. Cepat mengeras
- b. Tahan air laut
- c. Tahan H_2SO_4

Sehingga jenis semen ini banyak digunakan untuk pembuatan tungku-tungku pembakar.

4. Semen Tahan Asam

Banyak digunakan untuk pembuatan menara-menara yang mengeluarkan gas-gas asam dan untuk lantai-lantai tahan asam. Dibuat dari campuran Na_2SiO_3 (water glass).

Semen *Portland*, semen *Pozzolana* dan semen alumina tinggi termasuk dalam semen hidrolik yaitu suatu jenis semen yang mengeras di udara terbuka maupun di dalam air.

Bahan dasar :

1. Batu Kapur
Sebagai sumber CaO dan sedikit mengandung MgO.
2. Lempung (*Clay*)
Sebagai sumber SiO₂ juga Al₂O₃ dan Fe₂O₃.
3. Pasir Silika
Sebagai sumber SiO₂.
4. Biji Besi
Sebagai sumber Fe₂O₃ dan Al₂O₃.
5. Gips (CaSO₄, 2H₂O)
Sebagai pengatur mengerasnya semen.

Proses-proses yang terjadi pada pengolahan semen adalah :

Proses Benifikasi

Proses Benifikasi (proses pengapungan) dilakukan agar campuran bahan baku semen yang digunakan bisa tercampur dengan sempurna sebelum masuk dalam tungku pembakar. Tujuan proses ini adalah untuk membuat perbandingan komposisi yang tepat, berat yang tepat dan untuk menghilangkan bahan yang tidak diinginkan.

Proses benifikasi ini meliputi :

1. Operasi *grinding*
2. Klasifikasi
3. *Flotasi*
4. Pemekatan

Proses Pembuatan Dalam Pabrik

Seluruh proses pembuatan semen dapat dibagi menjadi 3 tahap :

1. Persiapan bahan mentah
2. Pembakaran klinker
3. Penggilingan klinker sampai ukuran tertentu dan penambahan zat aditif

Sampai saat ini masih dikenal 2 macam proses pembakaran semen yaitu proses basah (*wet process*) dan proses kering (*dry process*).

1. Proses Basah (*Wet Process*)

Garis besar proses :

Bahan baku dihancurkan dengan menggunakan *crush* kemudian diayak, dimasak dalam *Ball mill* dan ditambahkan air hingga membentuk buburan (*slurry*). Baru kemudian dikenakan proses benifikasi yang kemudian di kalsinasi atau dibakar dalam tungku pembakar putar (*rotary klin*).

Langkah-langkah proses basah :

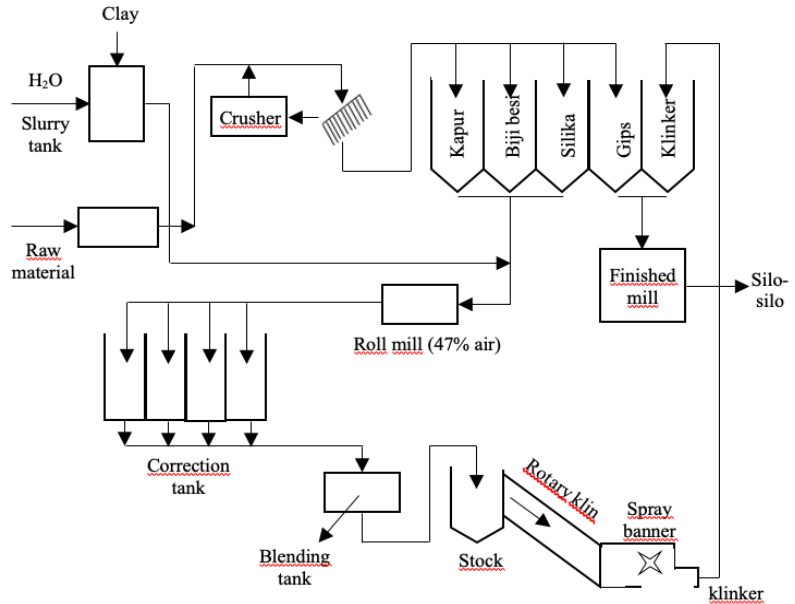
- a. Bahan baku yang berupa batu kapur dari *crusher* pertama dan kedua yang telah ditambahkan biji besi, pasir silika dan *clay* dengan perbandingan tertentu dicampur dalam *Ball mill* dan ditambahkan air sebanyak 47% dari total berat. Sehingga membentuk *slurry* (bubur) kemudian dikenakan proses benifikasi dalam *corection tank*, untuk diperiksa banyaknya oksida-oksida yang ada atau yang penting.
- b. Dicampur dalam *blending tank* kemudian disaring menggunakan saringan berputar yang disebut *rotary filter*,

rotary filter juga berfungsi untuk mengurangi jumlah air sebelum proses selanjutnya.

- c. *Slurry* dikenakan proses pembakaran (*kalsinasi*) dengan alat berputar yang menggunakan udara panas disebut *rotary klin*, proses dilakukan secara *counter current* dengan arah *spray burner* sampai menjadi *klinker* pada ujung yang lain.
- d. *Klinker* didinginkan dalam pendingin putar yang dihembuskan udara dingin (*klinker cooler*) sedangkan udara panas yang keluar digunakan dalam *spray burner*.
- e. *Klinker* dicampur dengan *gips* dalam perbandingan tertentu, dihaluskan dalam *finisher mill*, hasilnya ditampung dalam *silo-silo*.

Diagram Alir Pembuatan Semen

Diagram alir proses pembuatan semen dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2. 1. Proses pembuatan semen

Keuntungan proses basah :

- Pencampuran lebih homogen karena berbentuk bubur (*slurry*)
- Tidak banyak debu
- Kontak dan pencampuran antara bahan lebih baik
- Pengangkutan mudah karena dapat dipompa

Kerugian :

- Tungku lebih panjang (90 m sampai 120 m) supaya pemanasan sempurna.
- Pemakaian bahan bakar lebih banyak.

2. Proses Kering (*Dry Process*)

Proses ini pada garis besarnya adalah : bahan-bahan mentah digiling dan dicampur dalam keadaan kering dan dalam keadaan berupa tepung dibakar (dikalsinasi) dalam rotary klin.

Keuntungan :

- Tungku lebih pendek
- Bahan bakar sedikit

Kerugian :

- Pencampuran kurang homogen karena dilakukan dalam keadaan kering
- Reaksinya kurang sempurna karena berada dalam keadaan padat
- Banyak dihasilkan debu yang mengganggu pernafasan

Senyawa-senyawa Penyusun Semen

1. $C_3S = 3 CaO, SiO_2$
Fungsi memberi kekuatan awal pada semen (kekuatan awal 1-2 bulan).
2. $C_2S = 2 CaOSiO_2$
Fungsi memberi kekuatan setelah beberapa lama.
3. $C_3A = CaO, Al_2O_3$
Tidak memberikan sifat yang spesifik terhadap semen tetapi jika terlalu banyak akan menyebabkan flash setting (cepat mengeras) hal ini disebabkan jika dicampurkan dengan air mudah bereaksi dan menyebabkan banyak panas. Akibatnya kekuatan semen berkurang karena diambil alih oleh C_3A dan C_4AF .
4. $C_4AF = 4 CaO, Al_2O_3, Fe_2O_3$
Jika terlalu banyak juga tidak baik karena akan mengurangi C_3S dan C_2S .
5. MgO dan CaO
Dalam keadaan bebas dan dalam jumlah banyak akan menyebabkan pengembangan tertunda (delay expansion). Sebagai akibatnya volume membesar dan bangunan menjadi retak-retak sebab volume $Ca(OH)_2$ dan $Mg(OH)_2$ lebih besar dibanding MgO dan CaO .

Kesimpulan

Supaya produk semen tetap sama meskipun berbeda tempat memproduksinya, maka biasanya dilakukan bermacam-macam analisa :

1. Pengujian secara kimia

Yang dianalisa adalah : Oksida-oksida ditunjukkan dengan kandungan CaO , MgO , Fe_2O_3 , SiO_2 , Al_2O_3 . Komponen-komponen, harus mengandung C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF . % CaO dengan menggunakan *modulus hidraulik*.

2. Pengujian dengan cara fisika
 - a. Kehalusan : untuk analisa digunakan *screen* semen.
 - b. Permukaan spesifik : yang baik adalah $1,750 \text{ cm}^2 / 9$.
 - c. Kekuatan tekan :
Harga standart : 3 hari minimal $84,5 \text{ kg/cm}^2$
7 hari minimal $147,8 \text{ kg/cm}^2$
28 hari minimal $246,4 \text{ kg/cm}^2$
 - d. Kekuatan tarik
Haga standart : 3 hari minimal $10,6 \text{ kg/cm}^2$
7 hari minimal $19,4 \text{ kg/cm}^2$
28 hari minimal $24,6 \text{ kg/cm}^2$
 - e. Waktu kepadatan
Pemadatan awal minimal : 60 menit
Pemadatan akhir maksimal : 60 menit

Pertanyaan :

1. Ada berapa macam bahan baku semen ?
2. Campuran bahan bebatuan tertentu yang jika ditambah air akan mengeras dengan sendirinya disebut ?
3. Fungsi dari *rotary kiln* adalah?
4. Sebutkan keuntungan dan kerugian proses basah pada pembuatan semen !

5. Gambarkan diagram alir proses pembuatan semen!

Referensi :

Boynton, 1979, Chemistry and Technology of Lime and Limestone, eds. 2, Wiley, New York.

Franklin, 1976, Cement and Mortar Additives, Noyes, Park Ridge, New Jersey.

Gutcho, 1980, Cement and Mortar Technology, Noyes, Park Ridge, New Jersey.

Lea, 1970, The Chemistry of Cement and Concrete. Eds. 3, London.

Peray, 1980, Cement Manufacturer's Handbook, Chemical Oubl. Co., New York.

Taylor, 1977, Concrete Technology and Practice, McGraw-Hill, Australia.

Young, 1977, Cement Research Progress, Am. Ceramik Soc., Columbus, Ohio.

BAB III

INDUSTRI SABUN

Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah :

4. Mahasiswa mampu memahami macam-macam sabun.
5. Mahasiswa mampu memahami bahan-bahan pembuat sabun.
6. Mahasiswa mampu memahami proses pembuatan sabun.

Pengertian Sabun

Bentuk sabun sebagai pembersih ada bermacam-macam yaitu dala bentuk padat, lunak dan cail. Bahan baku sabun adalah minyak nabati atau lemak hewani yang dicampur dengan *natrium hidroksida* atau *kalium hidroksida*. Oleh karena itu, Sabun sering disebut sebagai garam *natrium* atau garam *kalium* dari asam lemak yang berasal dari minyak nabati atau lemak hewani.

Sabun adalah bahan yang digunakan untuk tujuan mencuci dan mengemulsi, terdiri dari asam lemak dengan rantai karbon Panjang yaitu C12 sampai dengan C18 yang di reaksikan dengan *natrium hidroksida* atau *kalium hidroksida*. Fessenden (1992) menyatakan susunan molekul sabun terbentuk dari rantai hidrokarbon yang panjang, dimana hal tersebut menyebabkan molekul sabun tidak benar-benar larut dalam air tapi sabun akan tersuspensi dalam air yang menyebabkan terbentuknya gumpalan yang disebut dengan *micelles*, yaitu gumpalan 50 molekul sampai dengan 150 molekul yang rantai hidrocarbonnya mengelompok dengan ujung-ujung ionnya yang berikatan dengan air.

Produksi dan klasifikasi sabun didasarkan pada tingkat mutu sabun yang dibagi menjadi beberapa *grade* mutu sabun, yaitu :

1. Sabun dari yang bahan bakunya dari minyak atau lemak yang terbaik dimana minyak atau lemak tersebut mengandung sedikit atau bahkan tidak mengandung alkali sama sekali akan menghasilkan sabun dengan *grade* mutu A.
2. Sabun dari bahan baku minyak atau lemak yang mengandung sedikit alkali, namun kandungan alkali tersebut tidak menyebabkan iritasi pada kulit akan menghasilkan sabun dengan *grade* mutu B.
3. Sabun dengan kualitas C adalah sabun dengan bahan baku berasal dari lemak atau minyak yang mengandung alkali bebas yang relatif tinggi, minyak atau lemak yang berkalkali bebas tinggi biasanya ditunjukkan dengan warnanya yang gelap. (Kamikaze, 2002).

Bahan baku Sabun

Bahan baku sabun yang paling utama adalah minyak atau lemak, bisa minyak nabati atau lemak hewani. Perbedaan minyak dan lemak biasanya terlihat pada wujudnya, pada suhu ruangan (28°C) minyak akan tetap berbentuk cair sedangkan lemak akan berbentuk padat.

Minyak atau lemak yang digunakan adalah yang merupakan senyawa *trigleserida* dengan rantai karbon yang panjang yaitu antara 12 sampai dengan 18, karena minyak atau lemak dengan rantai karbon kurang dari 12 akan menyebabkan kulit iritasi sedangkan rantai karbon lebih dari 18 akan menyebabkan hasil sabun akan sangat keras dan sangat sulit larut dalam air. Selain itu kandungan asam lemak tak

jenuh seperti *linolenat*, *linoleate* atau *oleat* akan menyebabkan sabun mudah teroksidasi sehingga akan mudah pula berbau tengik. Asam lemak tak jenuh juga mengandung carbon dengan ikatan rangkap, ini juga bisa menyebabkan hasil sabun lembek dan jika terkena suhu yang tinggi akan meleleh.

Jenis-jenis minyak atau lemak yang bisa digunakan sebagai bahan baku proses pembuatan sabun antara lain :

1. Minyak hasil samping dari pengolahan daging

Minyak hasil samping pengolahan daging disebut dengan *Tallow*, berupa lemak sapi, kerbau, kuda atau domba, karena *tallow* memiliki struktur senyawa ester atau gliserol. Kualitas dari *tallow* ditentukan dari warna, kandungan asam lemak bebas (berkisar 0,75 sampai dengan 7,0 %), bilangan *saponifikasi* dan bilangan *iodin*. Sabun mandi menggunakan *tallow* dengan kualitas yang baik, sedangkan *tallow* dengan kualitas rendah digunakan sebagai bahan baku sabun cuci.

Tabel 3. 1. Jenis asam lemak pada *tallow*

Asam Lemak	Jumlah (%)
Oleat	37-43
Palmitat	24-32
Stearat	20-25
Miristat	3-6
Linoleat	2-3

Sumber : Kamikaze (2002)

2. Minyak babi

Minyak babi yang digunakan disebut dengan *Lard*, dimana minyak tersebut masih banyak mengandung asam lemak tak jenuh

seperti *oleat* dengan kandungan 60 sampai dengan 65% dan asam lemak jenuh seperti *stearat* sejumlah 35 sampai dengan 40%, karena kandungan asam lemaknya yang tinggi maka jika *lard* digunakan sebagai pengganti *tallow* harus melewati proses hidrogenasi untuk mengurangi asam lemak tak jenuhnya. Sabun yang dihasilkan dari *lard* berwarna putih dan mudah berbusa.

3. *Palm Oil* (Minyak Kelapa Sawit)

Minyak kelapa sawit sering digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun karena mudah didapatkan. Akan tetapi pada penggunaannya, minyak kelapa sawit harus dicampurkan dengan bahan yang lain karena kandungan asam palmitat, *oleat*, *linoleat* dan *linolenat* yang tinggi maka jika sabun 100% hanya menggunakan minyak kelapa sawit akan membuat produk sabun sangat keras dan sulit berbusa.

4. *Coconut Oil* (Minyak Kelapa)

Minyak kelapa juga bisa digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun. Keuntungan jika menggunakan minyak kelapa adalah karena kandungan asam lemak jenuh yang tinggi dan kandungan asal laurat yang mencapai 50 % maka minyak kelapa tahan terhadap oksidasi yang dapat menimbulkan bau tengik.

5. *Palm Kernel Oil* (Minyak kelapa Sawit)

Minyak kelapa sawit diperoleh dari biji buah kelapa sawit. Minyak kelapa sawit memiliki kandungan asam lemak yang mirip dengan minyak kelapa sehingga dapat digunakan sebagai pengganti minyak

kelapa. Minyak kelapa sawit memiliki kandungan asam lemak tak jenuh lebih tinggi dan asam lemak rantai pendek lebih rendah daripada minyak kelapa.

6. Palm Oil Stearine (Minyak Sawit Stearin)

Minyak sawit *stearin* adalah minyak yang dihasilkan dari ekstraksi asam-asam lemak dari minyak sawit dengan pelarut *aseton* dan *heksana*. Kandungan asam lemak terbesar dalam minyak ini adalah asam *palmitat* yang mencapai 50%.

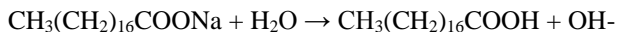
7. Minyak Jagung

Minyak jagung merupakan *trigliserida* yang disusun oleh *gliserol* dan asam lemak. Persentase *trigliserida* sekitar 98%, sedangkan sisanya merupakan bahan non minyak. Kandungan asam lemak minyak jagung yang paling banyak adalah asam *linoleate*. Minyak jagung diperoleh dari biji tanaman jagung, yaitu pada bagian inti biji jagung. Inti biji jagung memiliki kandungan minyak jagung sebanyak 80%.

Sifat Sabun

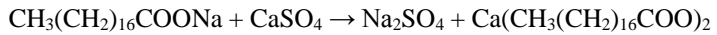
Sifat-sifat sabun dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sabun adalah garam alkali dari asam lemak suhu tinggi sehingga akan dihidrolisis parsial oleh air. Karena itu larutan sabun dalam air bersifat basa.



2. Jika larutan sabun dalam air diaduk, maka akan menghasilkan buih, peristiwa ini tidak akan terjadi pada air sadah. Dalam hal ini

sabun dapat menghasilkan buih setelah garam-garam Mg atau Ca dalam air mengendap.



3. Sabun mempunyai sifat membersihkan. Sifat ini disebabkan proses kimia *koloid*, sabun digunakan untuk mencuci kotoran yang bersifat *polar* maupun *nonpolar* karena sabun mempunyai gugus *polar* dan *nonpolar*. Molekul sabun mempunyai rantai hidrogen $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}$ yang bersifat *hidrofobik* (tidak suka air) sedangkan COONa^+ bersifat *hidrofobik* (suka air) dan larut dalam air. *Nonpolar* : $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}$ (larut dalam minyak, *hidrofobik* dan juga memisahkan kotoran *nonpolar*) *Polar* : COONa^+ (larut dalam air, *hidrofobik* dan juga memisahkan kotoran *polar*)

4. Cara kerja sabun dalam menghilangkan kotoran
 - a. Sabun memiliki sifat dapat menyebabkan tegangan permukaan air menurun sehingga dapat menghasilkan busa, penurunan tegangan permukaan tersebut mengakibatkan air meresap lebih cepat ke permukaan kain dan kain menjadi bersih.
 - b. Sabun dapat menyebabkan terjadinya proses emulsifikasi yaitu molekul kotoran dan molekul sabun membentuk suatu emulsi. Emulsifikasi terjadi karena molekul sabun yang bersifat *hidrofobik* akan mengelilingi kotoran dan mengikat molekul kotoran.
 - c. Bagian molekul lain dalam sabun yang suka terhadap air disebut dengan hidrofilik akan berada pada air dan saat pembilasan

akan menarik kotoran keluar dari kain sehingga kotoran terlepas dari kain.

Sifat Fisik dan Kimia Bahan Pembuat Sabun

1. Asam Lemak buatan

Untuk menjaga kualitas minyak dan lemak tidak mengalami kerusakan atau tetap baik, maka proses *hidrolisis* dan *oksidasi* yaitu adanya sejumlah air dan kontak dengan udara harus dihindari. (Dalimuthe, 2009). Hampir semua minyak dan lemak mengandung asam lemak dan *trigliserida*, keduanya adalah bahan utama dalam pembuatan sabun karena menurut Zulfikar (2010), *Trigliserida* merupakan komponen utama minyak dan lemak yang terdiri dari kombinasi berbagai macam asam lemak yang terikat dengan gugus gliserol disebut asam lemak bebas.

Salah satu sifat minyak dan lemak lainnya adalah mudah membeku dan sukar larut, hal ini menurut Kamikaze (2002) disebabkan karena gugus rantai karbon penyusunnya yang Panjang, semakin Panjang rantai karbon maka sifat tersebut akan mudah terlihat, selain itu asam lemak dapat bereaksi dengan senyawa lain membentuk persenyawaan *lipida*.

Asam lemak jenuh adalah asam lemak yang tidak memiliki ikatan rangkap, sedangkan asam lemak tidak jenuh memiliki satu ikatan rangkap atau lebih. Asam lemak tidak jenuh yang memiliki satu ikatan rangkap dinamakan *Mono Unsaturated Fatty Acid* (MUFA) dan asam lemak tidak jenuh yang memiliki dua atau lebih ikatan rangkap dinamakan *Poly Unsaturated Fatty Acid* (PUFA) (Kamikaze, 2002).

Setiap jenis asam lemak memberikan sifat yang berbeda dalam sabun yang terbentuk. Asam *laurat* dan *palmitat* dapat ditemukan pada minyak kelapa dan minyak kelapa sawit yang merupakan bahan baku yang biasa digunakan dalam pembuatan sabun. Asam *oleat* dan *stearat* yang ditemukan dominan pada minyak atau lemak hewani, dan memberikan sifat melembabkan (*moisturizing*). Asam *palmitat* dan *stearat* memberikan sifat mengeraskan/ memadatkan sabun dan menghasilkan busa yang stabil dan lembut (Kamikaze, 2002). Pengaruh jenis asam lemak terhadap sifat sabun yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2. Jenis Asam lemak terhadap sifat sabun yang dihasilkan

Asam Lemak	Sifat yang Ditimbulkan pada Sabun
Asam Laurat	Mengeraskan, membersihkan, menghasilkan busa, lembut
Asam Linoleat	Melembamkan
Asam Miristat	Mengeraskan, membersihkan, menghasilkan busa, lembut
Asam Oleat	Melembabkan
Asam Palmitat	Mengeras, menstabilkan busa
Asam Ricinoleat	Melembabbkan, menghasilkan busa yang stabil dan lembut
Asam Stearat	Mengeras, menstabilkan busa

Sumber : Cavitch dalam Kamikaze (2002)

2. NaOH

NaOH dan KOH merupakan salah satu senyawa alkali. Garam terlarut dari logam alkali seperti kalium dan natrium disebut dengan senyawa alkali, biasanya digunakan sebagai bahan kimia yang dapat menetralsir asam karena bersifat basa. Kelebihan dari sifat NaOH adalah tidak mudah larut dalam air sehingga digunakan dalam pembuatan sabun padat (Rohman, 2009). Tampilan fisik NaOH biasanya berwarna putih, berbentuk kristal, sangat basa, keras, rapuh. Bila dibiarkan di udara akan cepat menyerap air dan mudah lembab

(*hidroskopis*). Air akan menjadi basa jika ada NaOH yang dilarutkan didalamnya. NaOH sangat mudah terionisasi membentuk ion natrium dan ion hidroksida (Rahayu, 2012). Pada proses pembuatan sabun, takaran NaOH harus tepat karena jika kurang tepat dapat menimbulkan iritasi pada kulit. Apabila terlalu berlebih sehingga larutan menjadi pekat, maka alkali bebas tidak berikatan dengan *trigliserida* atau asam lemak akan terlalu tinggi, hal tersebut yang menyebabkan iritasi pada kulit. Sebaiknya jumlahnya terlalu sedikit sehingga larutan encer, maka sabun yang dihasilkan akan mengandung asam lemak bebas yang tinggi, asam lemak bebas pada sabun dapat mengganggu proses emulsi sabun dan kotoran pada saat sabun digunakan (Kamikaze, 2002).

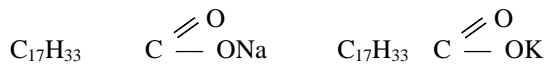
Jumlah dan konsentrasi NaOH yang digunakan untuk pembuatan sabun bervariasi, hal tersebut tergantung konsentrasi yang diujicobakan dan banyaknya sampel yang digunakan. Jumlah NaOH yang pernah digunakan antara lain :

- a. NaOH dengan konsentrasi 45% dalam pembuatan sabun menggunakan *tallow* (Kamikaze, 2002).
- b. NaOH dengan konsentrasi 30% dalam pembuatan sabun transparan madu (Qisti, 2009).
- c. NaOH dengan konsentrasi 30% dalam pembuatan sabun transparan (Erliza, 2009)
- d. NaOH dengan konsentrasi 30% dalam sifat *organoleptik* pada sabun transparan dengan penambahan madu (Sinaty, 2009).
- e. NaOH dengan konsentrasi 31% dari pembuatan sabun transparan dari *virgin coconut oil* (Usmania, 2012).

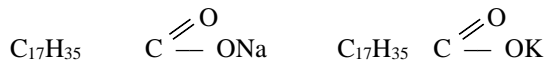
- f. NaOH 50 % dalam pembuatan sabun padat dari minyak goreng bekas (Dalimunthe, 2009).
- g. NaOH 30% dalam pembuatan sabun padat dari lemak hasil olahan daging atau *tallow* (Rahayu, 2012).

Ditinjau dari strukturnya sabun adalah garam Na atau K dari suatu asam lemak seperti asam *oleat*, *stearat*, *palmitat*, *laurat*. Gugus :

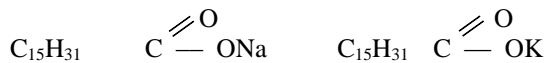
1. *Oleat*



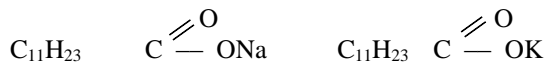
2. *Stearat*



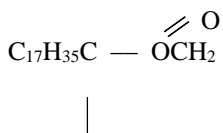
3. *Palmitat*

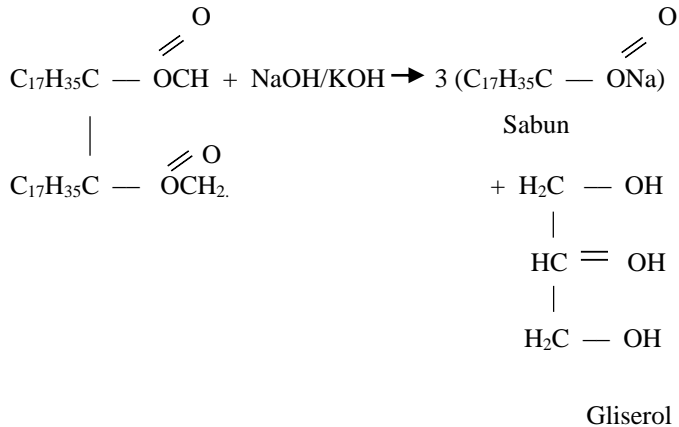


4. *Laurat*



Rumus molekul gliserol





Dimana :

$\text{C}_{17}\text{H}_{35}$ adalah *lipofilik* (suka lemak).

$\text{C} \begin{array}{l} \parallel \\ \text{O} \end{array} - \text{ONa}$ adalah *hidrofilik* (suka air).

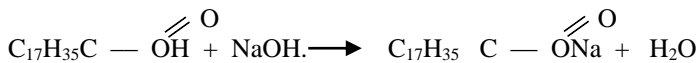
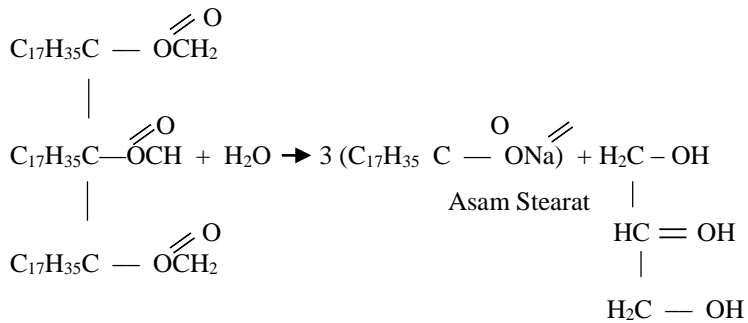
Sabun bila dilarutkan dalam air akan membentuk koloid atau larutan yang bukan sebenarnya, yang terdiri dari sekumpulan molekul-molekul sabun yang disebut *Miselle*.

Sabun mempunyai gugus *hidrofilik* dan *lipofilik*.

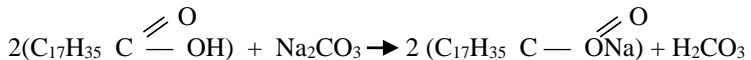
Hidrofilik suka pada air dan *lipofilik* suka pada lemak, sehingga *hidrofilik* akan cenderung mengikat air dan *lipofilik* akan mengikat lemak. *Lipofilik* dan *hidrofilik* akan saling tarik menarik yang mengakibatkan lemak lepas dari pakaian.

Asam Lemak

Asam lemak adalah bahan utama pembuatan sabun terutama asam-asam lemak jenuh dari atom C₁₂ sampai C₁₈. Hal ini disebabkan karena asam lemak jenuh dari atom C dibawah 12 memiliki masa molekul yang kurang tinggi untuk menjadi surface active sedangkan asam lemak jenuh yang memiliki atom C diatas 12 hampir tidak larut pada suhu biasa. Reaksi pembuatan sabun selain proses saponifikasi :



Atau



Proses Pembuatan Sabun

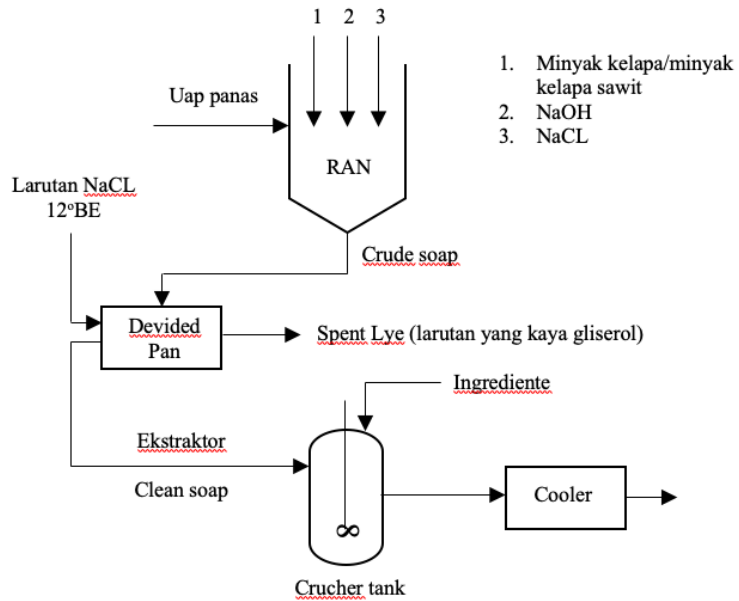
Alur Proses pembuatan sabun bisa dilihat pada gambar 3.1.

Keterangan alur proses pembuatan sabun :

1. Minyak kelapa atau minyak kelapa sawit, NaOH, NaCl dimasukkan dalam RAN dengan perbandingan yang tepat karena

jika kurang akan NaOH, dan kelebihan minyak kelapa maka minyak kelapa akan bereaksi dengan gliserol sehingga pada pemisahan akan memakan waktu yang cukup lama. NaCl berfungsi untuk memisahkan antara gliseril dan sabun.

2. *Crude soap* atau sabun kotor dimasukkan dalam *divided pan* untuk mengalami proses pemisahan antara *gliseril* dan sabun dengan bantuan NaCl 12°BE. Sabun yang melewati pipa harus dalam keadaan panas agar tidak membeku atau menjadi padat.
3. *Clean soap* atau sabun yang sudah bersih dimasukkan dalam *cruchertank* atau tangki pencampur dan ditambahkan *ingrediente*. Sedang gliserol dibuang ke *spent lye*. Pengadukan dalam *cruchertank* terjadi pada suhu dibawah 100°C agar *ingrediente* tidak membeku.
4. Sabun didinginkan dalam cooler dan dicetak sesuai keinginan. Pada sabun cair, pembuatannya seperti diatas tetapi pada pemberian *ingrediente*, *ingrediente* dikurangi agar tidak memadat



Gambar 3. 1. Proses pembuatan sabun

Pembuatan Sabun Bubuk

Sabun bubuk adalah campuran antara sabun dengan Na_2CO_3 yang berair kristal. Salah satu jenis sabun bubuk mempunyai susunan 20% sabun, 40% Na_2CO_3 dan 40% H_2O sebagai air kristal. Gambar 3.2 adalah proses pembuatan sabun bubuk.

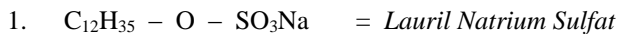
Keterangan gambar 3.2 :

1. Sabun dari cruchertank ditambah Na_2CO_3 dan H_2O dicampur menjadi satu dan dipompa ke spray tower.
2. Dalam spray tower sabun yang berbentuk cairan disemprotkan pada nodule dan dialirkan udara panas dari tanah dan turun berupa sabun bubuk. H_2O yang masuk bersama sabun dikeluarkan.

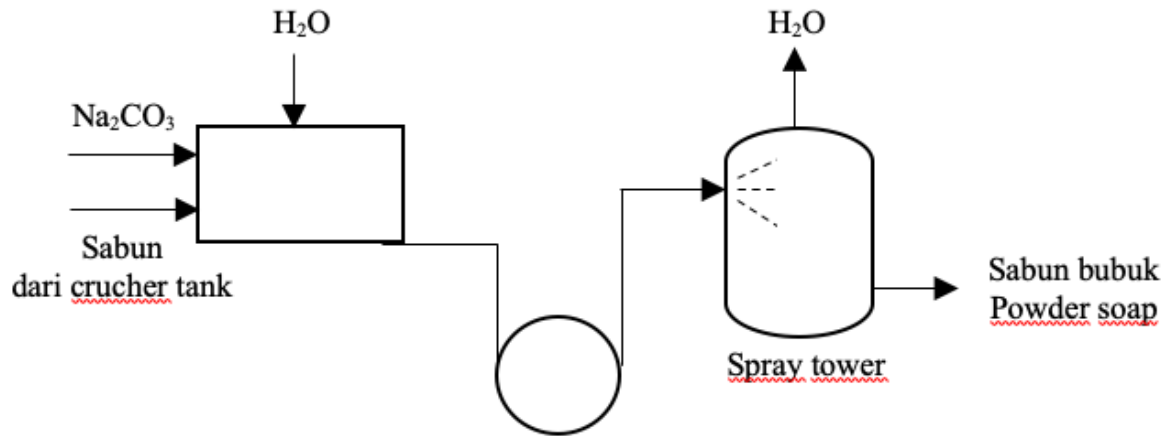
Bahan Pembersih Sintesis (Detergen)

Detergen sintesis sering disebut dengan *syndet*. *Syndet* tidak saja aktif dalam air panas tetapi juga dalam air dingin dan daya pembersihnya lebih besar daripada sabun, kecuali itu *syndet* dapat juga bekerja dalam air sudah sampai derajat kesadahannya 3500 ppm, seperti juga pada sabun sifatnya pembersih atau *surface activenya* disebabkan karena adanya gugusan *hidrofilik* pada salahsatu ujung molekulnya dan gugusan *hidrofobik* pada ujung yang lainnya.

Detergen pada umumnya adalah senyawa-senyawa *alkil sulfonat* atau *alkil aril sulfonat*. Rumus molekulnya :



Natrium Alkil Bensen Sulfonat



Gambar 3. 2. proses pembuatan sabun bubuk

Sifat-sifatnya :

1. Dapat menurunkan tegangan permukaan
Karena mempunyai hidrofilik dan hidrofobik. Hal ini disebabkan karena ada 2 bagian dari detergen yaitu senyawa anorganik dan organik, penurunan tegangan permukaan inilah yang menyebabkan air bebusa.
2. Dapat membentuk emulsi dan mengapsorsi kotoran pada kulit

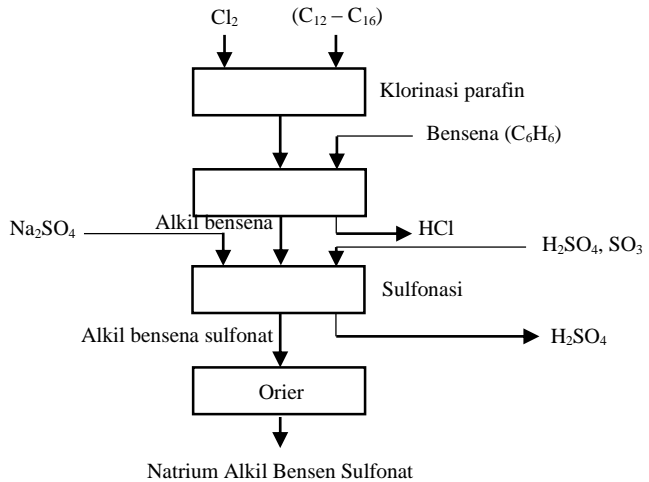
Cara Kerja Detergen

Cara kerja deterjen antara lain :

1. Dalam larutan detergen benda-benda seperti pakaian dan kotoran lebih mudah dibasahi daripada dalam air biasa. Hal ini disebabkan karena tegangan air turun.
2. Tiap molekul detergen dapat dianggap sebagai suatu rantai yang salah satu ujungnya bersifat suka air (hidrofil) dan ujung lainnya bersifat tidak suka pada air (lipofilik). Contohnya : lauril natrium sulfat dan natrium alkil bensen sulfonat.
3. Jika dalam suatu pakaian terdapat kotoran atau lemak maka hidrofilik akan mengikat air dan lipofilik akan mengikat lemak karena kuatnya tarikan antara hidrofilik dan lipofilik mengakibatkan kotoran atau lemak lepas dari pakaian.

Proses Pembuatan Detergen

Salah satu jenis detergen yang sekarang dapat diproduksi adalah jenis *alkil aril sulfonat*. Karena relatif kurang. Tahapan proses pembuatan deterjen bisa dilihat pada gambar 3.3.

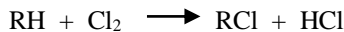


Gambar 3. 3. diagram alir proses pembuatan deterjen

Keterangan gambar 3.3 :

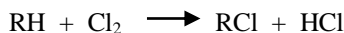
1. Alkil ($C_{12} - C_{16}$) dengan rantai lurus dan jenuh, alkana disebut juga golongan parafin. Parafin berasal dari minyak bumi dan atom C banyak. Pertama-tama dilakukan klorinasi parafin.

Reaksi :



2. Alkil ($C_{12} - C_{16}$) dengan rantai lurus dan jenuh, alkana disebut juga golongan parafin. Parafin berasal dari minyak bumi dan atom C banyak. Pertama-tama dilakukan klorinasi parafin.

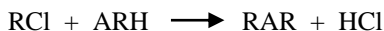
Reaksi :



3. RCl dipanaskan atau dibersihkan

Reaksi :

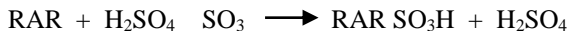
RCl + Benaena



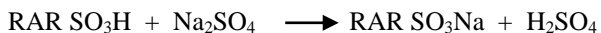
Dilakukan klorinasi untuk memisahkan HCl dan alkil benzena dan HCl dikeluarkan.

4. Dilakukan Sulfonasi

Reaksi :



H₂SO₄ atau sisa asam dikeluarkan dalam keadaan encer alkil benzen sulfonat dinetralisasi dengan menggunakan Na₂SO₄



5. RAR SO₃Na atau natrium alkil benzen sulfonat dikeringkan dalam oven.

Kesimpulan :

Kemampuan sabun untuk mengemulsi kotoran dan minyak dapat membantu penghilangan atau pelepasan kotoran yang melekat pada kain saat pembilasan. Kemampuan ini terjadi karena sifat sabun :

1. Molekul sabun yang terdiri dari rantai *hidrokarbon* bersifat *nonpolar* sehingga larut dalam zat *nonpolar*, seperti tetesan-tetesan minyak.
2. Rantai molekul sabun yang mengandung *anion* pada ujungnya tertarik oleh air dan ujung lainnya dari molekul-molekul sabun tertarik oleh minyak atau lemak (kotoran). Karena tolak menolak antara sabun-minyak (kotoran), maka minyak (kotoran) itu tidak dapat saling bergabung akan tetapi membentuk koloid-koloid dalam air.

Pertanyaan :

1. Fungsi lipofilik pada sabun adalah?
2. Kualitas sabun mandi ditentukan pada saat proses?
3. Bagaimana tahap pembuatan deterjen?
4. Bagaimana proses penghilangan kotoran pada pakaian ?
5. Apa sajakah bahan baku pembuatan sabun?

Referensi :

Tety Elida S., 1996, Pengantar Kimia, Diktat Kuliah, Gunadarma, Jakarta.

Keenan, Kleinfelter, Wood, 1999, Kimia Untuk Universitas, jilid 1, , Erlangga, Jakarta.

Petrucci, R, 1996, Kimia Dasar : Prinsip dan Terapan Modern, jilid 1, terjemahan : Suminar Achmadi, Erlangga, Jakarta.

Rosenberg, J., 1985, College Chemistry : Schaum's Outline Series, Mc. GrawHill Book co., Singapore.

Syukri S., 1999, Kimia Dasar 1, ITB, Bandung.

BAB IV INDUSTRI ALKOHOL

Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

3. Mahasiswa mampu memahami bahan pembuatan alkohol.
4. Mahasiswa mampu memahami proses pembuatan alkohol.

SEJARAH ALKOHOL

Etanol atau bias akita menyebutnya dengan alcohol telah ada sejak 9000 tahun yang lalu, alcohol pertama kali ditemukan oleh kimiawan muslim pada masa khalifah Abbasiid, penelitian tentang alcohol awalnya hanya ingin mengembangkan proses distilasi yang dilakukan oleh peneliti terkenal lainnya Jabir ibn Hayyan, Al-Kindi dan al-Razi. Para peneliti tersebut awalnya belum menyebutnya sebagai alcohol, catatan yang disusun oleh Jabir ibn Hayyan menyebutkan bahwa uap dari anggur yang dekatkan dengan api sangat mudah terbakar.

Etanol baru dikembangkan oleh Johann Tobias Lowitz pada tahun 1796 berupa bio etanol yang didapatkan dari proses distilasi saringan arang. Tahun 1808 Antonine Lavoisier menggambarkan bentuk bioalkohol dalam susunan senyawa yang terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Susunan kimia atau senyawa kimia etanol mulai dirumuskan pada tahun 1808 oleh Nicolas Théodore de Saussure tapi dipublikasikan setelah 50 tahun berikutnya oleh Archibald Scott Couper pada tahun 1858.

Penelitian tentang alkohol masih terus berlanjut, tidak hanya berupa bio etanol tapi juga mulai ditemukan etanol sintetis pada tahun 1829 oleh Hennel dan Serullas di Perancis. Tahun 1982 M. Faraday memanfaatkan katalis asam untuk memproduksi alkohol sintetis, proses ini digunakan sampai dengan sekarang.

Beberapa penggunaan alkohol berkembang pertama kali mulai tahun 1840 yang digunakan sebagai bahan bakar lampu. Henry ford juga membuat mobil dengan menggunakan bio etanol sebagai bahan bakarnya. Alkohol mulai berkurang penggunaannya di tahun 1920 dikarenakan saat itu harga petroleum lebih murah.

PENGERTIAN ALKOHOL

Alkohol memiliki sifat yang mudah menguap, udah terbakar, tidak berwarna, tidak berbau, berbentuk cairan. Alkohol memiliki rumus molekul C_2H_5OH , dalam kimia biasa disebut dengan etanol. Selain digunakan dalam pengobatan sebagai campuran obat-obatan (sebagai pelarut), alkohol juga digunakan sebagai pelarut bahan-bahan kimia lainnya seperti parfum, perasa, dan pewarna makanan. Dalam Industri, yang disebut alkohol adalah etil alkohol atau etanol yang dalam perdagangan umumnya mengandung 95% C_2H_5OH dan 5% air. Penaturasi alkohol adalah alkohol yang sudah tercampur dengan bahan-bahan lain ini tidak boleh diminum. Bahan-bahan lain misalnya :

1. *Acetal dehid*
2. *Asam asetat* (OH_3COOH)
3. *Etil asetat*
4. *Glikol*

5. *Metanol*
6. *Etil chlorida*

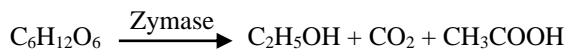
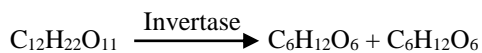
Bahan dasar yang digunakan untuk pembuatan Alkohol :

1. Bahan yang mengandung sukrosa, pada umumnya yang dipakai adalah *mallase* atau tetes.
2. Semua bahan yang mengandung pati atau amilum.
3. Dari senyawaan hidrokarbon.

Dari ketiga bahan diatas yang sering digunakan adalah tetes karena masih banyak mengandung gula.

Reaksi pembentukan Alkohol :

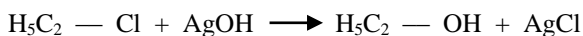
1. Pati \longrightarrow Sakarosa



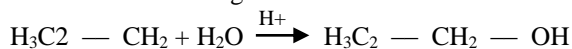
(CH_3COOH kadang terbentuk kadang tidak)

Ragi yang digunakan adalah dari jenis *saccharomyces cereviceae*.

2. Dari alkil halida



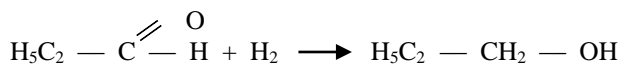
3. Hidrolisa alkena dengan katalis asam



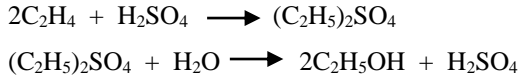
4. Fermentasi karbohidrat (contoh bahan dasar no. 2)



5. Reduksi aldehida



6. Dari etilen

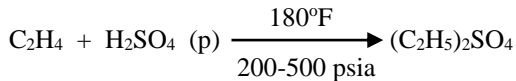


Alkohol Sintetis

Alkohol sintesis dibuat dari bahan dasar etilen (C_2H_4) yang dapat dilakukan dengan 2 cara :

1. Cara tidak langsung atau indirect

Gas yang mengandung 32-100% etilen (C_2H_4) dipompa dari bagian bawah masuk ke absorben (menara berplat tahan asam). Kemudian dari atas menara di alirkan H_2SO_4 pekat sehingga terjadi reaksi :



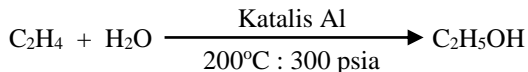
Hasilnya didinginkan lalu dicampur dengan H_2O , dihasilkan alkohol dan H_2SO_4 . Reaksinya :



Uap alkohol yang dihasilkan ditangkap dengan air sehingga dihasilkan larutan alkohol 5%.

Alkohol kemudian dipekatkan dengan menggunakan recified colom sehingga dihasilkan alkohol 95,5%, sedangkan asam sulfat dipekatkan untuk dipakai lagi.

2. Cara langsung atau direct. Berikut reaksinya :



Alkohol yang dihasilkan didinginkan.

KARAKTERISTIK ALKOHOL

Sifat-sifat

1. Sifat fisik alkohol berupa zat cair, jernih dan mudah larut dalam air berapapun perbandingannya (bersifat *missible*).
2. Semua senyawa Organik dapat larut dalam alkohol

Bahan-bahan yang mengandung karbohidrat yang bisa digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi alkohol dengan cara fermentasi antara lain :

1. Semua bahan yang mengandung gula, rasanya manis seperti gula dari tebu, gula dari bit, *molase* (tetes), sari buah-buahan dan lain-lain.
2. Semua bahan yang mengandung pati, seperti : padi, jagung, gandum, kentang *sorgum*, *malt*, *barley*, ubi kayu dan lain-lain.
3. Semua bahan yang mengandung selulosa, seperti : kayu, limbah dari pabrik pembuatan pulp dan kertas (*waste sulfite liquor*), limbah dari pabrik gas-gas hidrokarbon.

Negara-negara yang menghasilkan alkohol menggunakan bahan baku berbeda-beda tergantung pada ketersediaan bahan baku pada negara tersebut, contohnya :

- | | |
|-----------|--|
| Jerman | : bahan baku alkohol dari kentang |
| Perancis | : bahan baku alkohol dari gula bit |
| Swedia | : bahan baku alkohol dari sulfat pulp |
| Indonesia | : bahan baku alkohol dari molase atau tetes tebu |

BAHAN BAKU

1. *Substansi Sakharin*

Di Indonesia bahan baku pembuatan alkohol adalah *molase* atau tetes yang didapat dari proses pembutan gula menggunakan tebu. *Molase* di fermentasi kemudian didistilasi sehingga menghasilkan alkohol.

Molase atau Tetes bersifat asam dengan pH 5,5-6,5 yang. Kualitas *molase* berbeda-beda tergantung proses pembersihan nira pada industri gula. Karena adanya kotoran berupa pigmen tebu dan komponen-komponen lain selain gula maka itu dapat mempengaruhi karakteristik warna *molase* yaitu berwarna coklat kemerahan.

2. Mikroba Frementasi

Salah satu proses pembuatan alkohol adalah proses fermentasi, dimana dalam proses fermentasi tersebut digunakan ragi. Ragi dapat merubah gula/glukosa yang terkandung dalam *molase* menjadi gas CO₂ dan etanol. Ragi yang digunakan adalah jenis mikroorganisme ber sel satu dan tidak berklorofil antara lain seperti *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces anamensis* dan *Schizosacharomyces pompe*. Setiap jenis ragi memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam membentuk atau memproduksi etanol atau alkohol. Pemilihan ragi harus memperhatikan syarat yang diperlukan untuk fermentasi dalam pembuatan alkohol yaitu berkembang biaknya cepat, tahan terhadap konsentrasi alkohol yang tinggi, tahan

terhadap panas tinggi, sifatnya stabil atau tidak mudah berubah, mampu beradaptasi terhadap media yang difermentasi.

Percobaan-percobaan di laboratorium harus dilakukan terlebih dahulu dan dilakukan dengan teliti agar memperoleh jenis ragi yang sesuai. Dari hasil penelitian, ragi yang dipakai untuk membuat alkohol pada umumnya adalah jenis *Saccharomyces cerevisiae*, yang tumbuh sempurna pada suhu lebih kurang 30°C dan pH 4,8.

Pada proses fermentasi, ragi terbagi atas dua bagian, yaitu :

a. *Top Yeast* (Ragi Atas)

Industri alkohol dan pembuatan minuman anggur menggunakan jenis ragi yang tumbuh aktif pada permukaan atas media dimana ragi tersebut dapat cepat menghasilkan etanol dan CO₂.

b. *Bottom Yeast* (Ragi Bawah)

Industri pengolahan minuman bir menggunakan ragi yang tumbuhnya di bawah karena jenis ragi ini akan menghasilkan etanol sedikit dan membutuhkan waktu yang lama untuk kesempurnaan fermentasi. Ragi bawah ini dalam kondisi normal akan berflokulasi dan tidak bisa menyatu dengan larutan, akan tetapi kemampuan berflokulasinya berbeda-beda tergantung kondisi proses fermentasi.

Kehidupan ragi dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti nutrisi, nutrisi ini digunakan ragi untuk pertumbuhan dan berkembang biak. Nutrisi yang dibutuhkan adalah Unsur C yang terkandung dalam karbohidrat, Unsur N untuk penambahan pupuk yang mengandung nitrogen, ZA, urea, amonia, pepton dan sebagainya, Unsur P untuk penambahan pupuk fosfat dari NPK, TSP, DSP. Selain unsur nutrisi, ragi juga membutuhkan mineral-mineral dan vitamin-vitamin

3. Keasaman (pH)

Ragi sangat memerlukan media untuk fermentasi alkohol dalam suasana asam dengan antara pH 4,8-5,0. Untuk mendapatkan suasana asam agar pH terpenuhi dilakukan dengan penambahan asam sulfat jika kondisi awalnya basa dan natrium bikarbonat jika kondisi awalnya asam.

4. Temperatur

Proses fermentasi berjalan dan dipertahankan pada suhu 28-30°C, biasanya dilakukan pendinginan di tangka fermentasi agar suhu bisa stabil, karena pada suhu tersebut ragi akan tumbuh dan berkembang biak secara optimum.

5. Udara

Proses fermentasi dilakukan secara *anaerobik* (tanpa udara), udara hanya diperlukan pada proses pembibitan sebelum fermentasi saja yaitu pada saat pengembangbiakan ragi sel.

PROSES PRODUKSI ETANOL

Proses pembuatan etanol dibagi menjadi 2, yaitu :

- Proses secara sintesis
- Proses secara fermentasi

Proses secara sintesis dilakukan dengan menggunakan reaksi elementer (*hidrasi katalitik etana*) untuk mengubah bahan baku menjadi etanol dan proses secara fermentasi dilakukan dengan bantuan aktifitas mikroorganisme.

Fermentasi bioetanol

Proses fermentasi alkohol dapat dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan tertentu. Misalnya saja bahan yang mengandung gula seperti tetes (*molase*), dan juga bahan-bahan yang mengandung pati seperti padi, jagung, ubi kayu, gandum dan lain-lain. Proses fermentasi dengan bahan yang berbeda tentu akan membutuhkan proses yang agak berbeda pula. Berikut adalah penjelasan mengenai proses produksi etanol dengan bahan *molase* dan bahan yang mengandung pati.

Proses produksi alkohol dari tetes (*molase*) :

1. Pengolahan Tetes

Pengolahan tetes merupakan hal yang penting dalam pembuatan alkohol maka sebelum tetes digunakan perlu adanya pengecekan dan penyesuaian kondisi untuk pH, konsentrasi gula dan pemakaian nutrisi. Tetes yang baik untuk digunakan dari pabrik gula adalah yang masih terlalu pekat dengan kepekatan 85⁰ Brix. Dalam proses pembuatan alkohol, konsentrasi yang diperlukan untuk pembibitan adalah 12⁰ Brix dan konsentrasi saat proses fermentasi adalah 24⁰ Brix, oleh karena itu perlu diadakan pengenceran lebih dahulu untuk mendapatkan kadar gula yang optimum. Pengaturan pH dilakukan dengan penambahan H₂SO₄ hingga pH mencapai 4 – 5.

2. Tahap Penimbangan Tetes

Timbangan tetes yang digunakan adalah timbangan cepat, dimana timbangan tersebut dilengkapi dengan katup pembuka dan penutup serta katup buangan yang dilakukan secara manual,

penimbangan dilakukan setiap hari dari gudang penyimpanan tetes yang dipompa ke penimbangan tetes yang memiliki kapasitas timbang tertentu.

3. Tahap Pencampuran Tetes.

Pada tahap pencampuran, tetes tebu yang telah ditimbang dicampur dengan air panas dengan suhu 70°C. Pencampuran terjadi pada tangki pencampur tetes, dimana didalam tangki ini dilengkapi dengan semprotan air panas sehingga tetes yang telah masuk tangki disemprotkan air panas dan diaduk.

Setelah tercampur, larutan tetes disirkulasi agar campuran merata, kemudian disirkulasi dengan menggunakan pompa hingga tetes dan air tercampur dengan baik. Pencampuran dianggap selesai jika kepekatan larutan mencapai 90°brix. Proses berikutnya adalah pemasan sampai suhu mencapai 90°C agar pelarutan sempurna dan larutan menjadi steril.

Proses berikutnya adalah pengaturan pH larutan, pH diatur dalam kondisi asam yaitu 4,5-5. Untuk mengkondisikan larutan agar pH asam ditambahkan asam sulfat (H_2SO_4), selain untuk mengatur pH, asam sulfat (H_2SO_4) berfungsi untuk mengendapkan garam-garam mineral yang terkandung dalam larutan tetes tebu serta membantu memecah disakarida dalam tetes menjadi monosakarida.

4. Tahap pengendapan

Pada tahap ini larutan tetes tebu dari tangki pencampuran dengan kepekatan 40°brix diendapkan dalam tangki pengendap selama 5 jam, fungsi pengendapan adalah untuk mengendapkan

kotoran-kotoran tetes terutama garam yang terlarut pada larutan tetes tebu. Bagian atas larutan dari tangki pengendapan di pindahkan dan dimasukkan ke tangki fermentasi dengan dilewatkan *Heat Exchanger* agar suhu menjadi 30°C. Penghilangan kotoran dan garam juga dapat menjaga agar tidak menimbulkan kerak di tangki distilasi saat proses distilasi dilakukan. Kotoran pada bagian bawah tangki endapan di masukkan dalam tangki pencuci endapan dan diolah dalam tangki separator.

5. Tahap Separator

Pada tangki separator, kototan tetes tebu di endapkan kembali dengan waktu tertentu dan digunakan kembali, yaitu dimasukkan dalam tangki penampuran. Tahap ini dilakukan agar bahan baku tetes tebu dapat digunakan secara maksimal untuk mengurangi limbah.

6. Tahap Fermentasi

Tahap Proses fermentasi ini dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap pembiakan ragi dan fermentasi itu sendiri.

Tahap pembiakan ragi

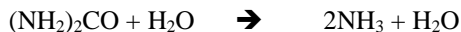
Tahap ini menggunakan tangki *prefermentor* yang dilengkapi pipa aliran udara dan pipa aliran air pendingin pada bagian luar dinding tangki. Tahap ini bertujuan untuk mengembangbiakkan ragi jenis *saccharomyces cereviseae* dengan menggunakan media tetes.

Untuk pembuatan larutan ragi, mula-mula diawali dengan cara memasukkan air proses bersuhu 15°C dan tetes 40°brix dari tangki pengendap tetes ke dalam tangki *seeding* dan mencampurnya hingga mencapai kekentalan sekitar 12-13°brix yang disertai aliran udara dari *blower* dengan fungsi ganda yaitu untuk mempercepat tercampurnya tetes dengan air dan juga untuk konsumsi kebutuhan oksigen bagi ragi *saccharomyces cerevisiae* yang berlangsung pada suasana *aerob*.

Untuk menjaga suhu tangki fermentasi konstan pada suhu 30°C maka pada dinding luar tangka dialiri air sebagai pendingin. Jika tidak dijaga, maka ragi sedang dikembangbiakkan akan terganggu kelangsungan hidupnya dan kemudian akan mati. Untuk nutrisinya, dimasukkan urea, *diammonium phospat*, dan *ammonia*. PHP juga ditambahkan ke dalam larutan ini dengan tujuan untuk mempertahankan pH agar tetap konstan yaitu 4,5–5. Dari hasil campuran ini didapatkan biakan ragi. Pada Tangki *prefermentor* terdapat beberapa reaksi yaitu : reaksi hidrolisa, reaksi penguraian urea serta reaksi pertumbuhan *yeast*. Asumsi pada reaksi hidrolisa adalah konversi yang terjadi 95%. Persamaan reaksi hidrolisa sebagai berikut :



Persamaan reaksi pada proses penguraian urea adalah:



Tahap fermentasi

Tahap ini menggunakan tangki *fermentor* dengan dilengkapi pipa aliran udara dan pipa aliran air pendingin yang berasal dari air sungai untuk menjaga suhu fermentasi pada 30-32°C. Fermentasi ini bertujuan untuk mendapatkan alkohol dengan kadar 8,5–9 % atau lebih.

Sebelum proses, tangki *fermentor* yang masih kosong disterilasi dengan uap air panas sampai suhu 121°C lalu membiarkan suhu di dalam tangki turun sampai 30°C. Setelah itu air proses dimasukkan dengan suhu 30°C, larutan tetes 40°brix, proses fermentasi ini berjalan secara *aerob*. Selanjutnya biakan ragi yang telah dibiakkan pada tangki *prefermentor* dipompa masuk ke tangki *fermentor*.

Tetes 40°brix dipompa masuk ke tangki dan proses berlangsung selama 36 jam. Untuk pH larutan ini dijaga sekitar 4,5 - 5. *Turkey red oil* perlu ditambahkan sebagai bahan anti foam selama proses berlangsung, untuk nutrisi yang ditambahkan adalah *urea*, *ammonium*, dan *diammonium phospat*. Penambahan bahan-bahan tersebut ditambahkan pada tangki fermentasi selama 15 menit setelah persiapan media pada tangki *fermentor* selesai.

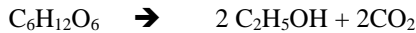
Proses fermentasi berlangsung selama 24 jam dan didapatkan kadar alkohol dalam larutan yang mencapai 8,5-9% dengan kekentalan 6,5-7°brix. Hasil larutan dari tangki fermentasi di pompa menuju tangki separator yang berupa alat *rotary vacuum filter* untuk dipisahkan antara larutan dan ragi. Pemisahan ragi dan larutan dalam *rotary vacuum filter* ini terjadi pada proses vakum dengan memanfaatkan perbedaan massa jenis larutan dan ragi sehingga mudah dipisahkan karena membentuk lapisan pemisah.

Ragi yang didapatkan masih dalam konsentrasi yang tinggi. Dari hasil fermentasi tidak semua ragi dipisahkan, hanya sekitar 80-90% saja. Sisanya 10-20% tidak diambil raginya karena mengandung kotoran-kotoran sisa berupa endapan garam mineral.

Hasil fermentasi yang telah dipisahkan ini langsung masuk ke tangki distilasi. Dan selanjutnya didestilasi hingga menjadi alkohol dengan kadar mencapai 95%. Pada tahap fermentasi ini terjadi reaksi *hidrolisa*, dimana sukrosa diubah menjadi *glukosa*. Persamaan reaksi hidrolisa yaitu :

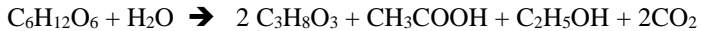
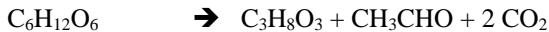


Sedangkan reaksi utama adalah reaksi fermentasi, dimana glukosa diubah menjadi alkohol dan air. Persamaan reaksinya adalah:



Pada proses fermentasi, selain terbentuk alkohol, juga akan terbentuk produk samping. Produk samping yang dihasilkan dalam % berat adalah asam asetat 0,65%, *fusel Oil* 0,85%, *asetaldehid* 0,05%.

Reaksi samping yang terjadi pada proses fermentasi yaitu:



Komponen pada *fusel oil* meliputi *propanol* 12,5 %, *isobutyl etanol* 15 %, *amyl etanol* 30 %, *isoamyl etanol* 32,5 %, alkohol 10 %,

7. Tahap Distilasi

Campuran Air dan Alkohol dari proses fermentasi dengan kandungan alcohol rendah hanya 8-10% disebut dengan bir, untuk mendapatkan kadar alcohol yang tinggi maka dilakukan proses distilasi. Proses distilasi ini adalah untuk memisahkan air dan alcohol

berdasarkan titik didih, dimana air akan menjadi uap pada suhu 100°C dan alcohol akan menjadi uap pada suhu 77°C. Perbedaan titik didih inilah yang di manfaatkan untuk memisahkan keduanya dengan menggunakan tangka distilasi.

Prinsip kerjanya yaitu dengan memanaskan campuran alcohol dan air sehingga alcohol akan menguap dan keluar pada bagian atas tangki distilasi, sedangkan air akan turun atau keluar pada bagian bawah tangki distilasi. Proses ini dilakukan berulang-ulang sampai didapatkan konsentrasi alcohol yang diharapkan. Saat uap alcohol keluar pada bagian atas tangki distilasi, uap ditampung pada tangki kondensat atau tangki pendingin sehingga uap alcohol akan berubah menjadi cairan alcohol

Proses distilasi akan berhenti jika cairan yang didapatkan pada tangki kondensator mencapai larutan mengandung lebih dari 95% alcohol. Proses ini kemudian berlanjut menggunakan tangki zeolit, dimana dalam tangki ini terdapat batu-batu zeolit yang fungsinya menyerap air, larutan alcohol 95% dibiarkan selama semalam pada tangki zeolit sehingga larutan yang keluar dari tangki zeolit memiliki kadar alcohol yang tinggi yaitu diatas 96%.

Fermentasi etanol dari bahan yang mengandung pati

Pembuatan alcohol tidak hanya menggunakan bahan baku dari tetes tebu atau glukosa tapi alcohol juga bisa didapatkan dari bahan-bahan pertanian yang mengandung pati. Bahan pertanian yang mengandung pati yang sering digunakan untuk pembuatan alcohol adalah umbi-umbian, jagung dan gandum. Proses pembuatan sama dengan proses pembuatan alcohol yang menggunakan tetes tebu. Namun, sebelum

proses fermentasi dibutuhkan proses tambahan yang tidak dilakukan pada proses pembuatan alkohol menggunakan tetes tebu, yaitu :

1. Proses Gelatinasi

Proses gelatinase ini menggunakan bahan baku umbi-umbian atau jagung yang dihancurkan terlebih dahulu kemudian dicampur dengan air sampai terbentuk bubur pati, kandungan pati yang dibutuhkan dalam proses ini adalah 27-30% pati yang terkandung dalam bubur bahan baku.

Bubur pati diubah menjadi gel dengan memanaskannya selama 2 jam, proses ini disebut dengan proses gelatinase. Proses gelatinase bisa dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan memanaskan bubur pati selama 30 menit dengan suhu 130°C, pemanasan ini dilakukan untuk memecah granula pati agar mudah bereaksi dengan enzim selain itu suhu tinggi dapat membantu proses sterilisasi bahan sehingga bahan tidak mudah terkontaminasi. Bubur pati kemudian didinginkan selama 15 menit agar suhu turun menjadi 95°C, dan dibiarkan selama 75 menit. Pada suhu 95°C inilah enzyme ditambahkan dan akan bekerja secara aktif.

Cara gelatinase yang ke dua adalah dengan memanaskan bubur pati yang telah dicampur dengan enzim dengan suhu 130°C. Cara kedua ini didapatkan hasil yang kurang baik karena enzyme pada suhu 130°C membentuk *triphenylfurane* yang mempunyai sifat racun pada ragi saat proses fermentasi. Proses gelatinisasi pada suhu tinggi akan mengakibatkan penurunan aktifitas enzim dan akan terus menurun meskipun susu bubur pati mencapai 95°C.

2. Proses *Sacharifikasi*

Tahap pemecahan struktur gula menjadi struktur gula yang lebih sederhana dilakukan pada sebuah tangkai tertutup, proses ini disebut dengan proses *sacharifikasi*. Pada proses *sacharifikasi* dilakukan beberapa proses :

- Pendinginan sampai dengan suhu tertentu dimana pendinginan ini berfungsi agar enzim yang digunakan dapat bekerja secara optimum.
- Pengaturan pH agar enzim bekerja optimal.
- Penambahan jumlah enzim yang tepat.
- Menjaga suhu agar tetap pada suhu 50-60°C.

Proses-proses tersebut dilakukan sampai proses *sacharifikasi* selesai.

3. *Fermentasi*

Proses berikutnya adalah proses fermentasi, proses ini berjalan beberapa jam setelah semua bahan dimasukkan tangkai fermentasi. Dalam tangkai fermentasi akan muncul gelembung-gelembung udara yaitu gas CO₂ yang dihasilkan selama proses fermentasi, bahkan kadang akan muncul suara bergemuruh selama proses fermentasi. Pada proses ini pH dipertahankan dalam kondisi asam yaitu 4,5-5 dengan suhu yang juga dipertahankan agar tidak lebih dari 36°C dan pH nya dipertahankan 4,5 – 5. Proses berjalan selama 66 jam atau 2,5 hari. Dari hasil fermentasi ini didapatkan cairan dengan kadar alkohol 7% – 10 %.

4. *Distilasi dan Dehidrasi*

Setelah proses fermentasi selesai, cairan hasil fermentasi dimasukkan dalam pemanas Boiler. Dalam boiler, cairan alkohol dipanaskan dan suhunya dipertahankan pada suhu 79 – 81°C karena pada suhu tersebut alkohol menguap tapi air tidak menguap, sehingga campuran uap alkohol dan air dimasukkan pada tangki distilator. Dalam tangki distilator ini uap alkohol dan air akan terpisah berdasarkan titik didih pada tray atau tahap-tahap tangki distilator. Alkohol dengan konsentrasi kurang dari 95% akan keluar dalam bentuk uap pada tray paling atas atau distilasi pertama. Hasil pada distilator 1 dimasukkan pada tangka distilator ke dua untuk mendapatkan konsentrasi alkohol 95%. Jika hasil alkohol telah 95% maka dilakukan penghilangan atau pemisahan air. Penghilangan atau pemisahan air menggunakan tangki yang diisi dengan batu zeolit, alkohol 95% dalam tangka zeolit tersebut dibiarkan selama semalam, maka akan didapatkan alkohol dengan konsentrasi 99,5%.

Keterangan gambar 4.1 :

1. Molase diencerkan dalam H₂O didalam mixer hingga membentuk massa yang disebut mash yang mengandung 10-15% gula pada pH = 4 sampai 5. Untuk memberi pertumbuhan yang baik pada enzim cymase dan multase.
2. Sebagian dari pada mash disterilkan bersama-sama dengan (NH₄)₃PO₄ dan H₂SO₄ untuk membuat yeast culture. Yang banyaknya kira-kira 15% dari seluruh mash yang ada.
3. Suspensi yeast dimasukkan dalam tangki fermentasi yang sudah ada mashnya. Kira-kira 3 jam dari setelah penambahan yeast

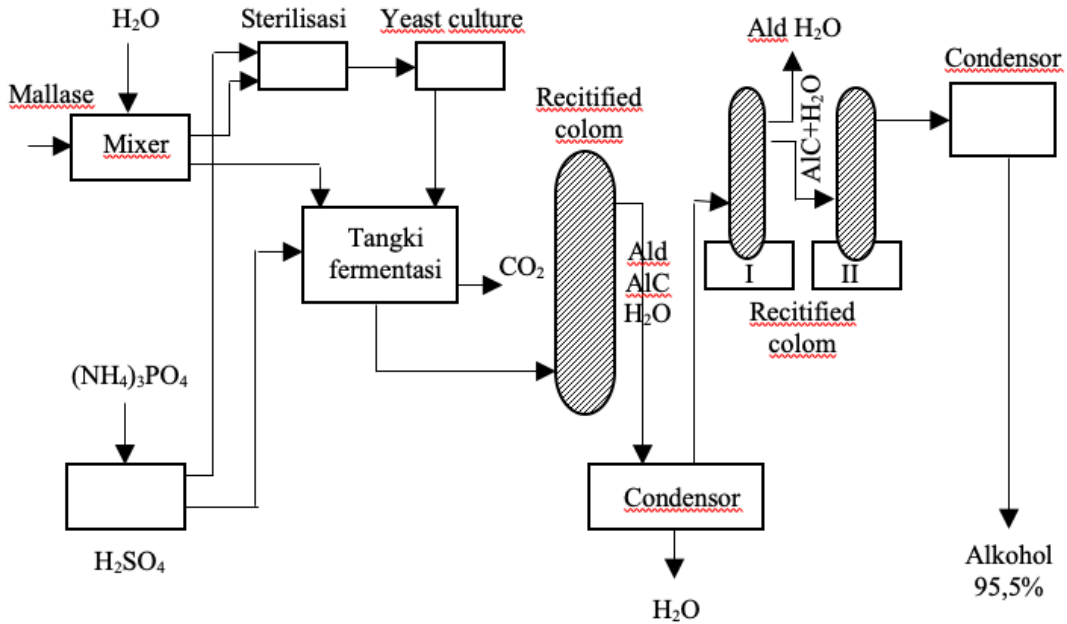
akan terjadi involusi gas CO₂ ini menunjukkan bahwa proses fermentasi sudah mulai berjalan.

Pada proses ini suhu akan terus naik, tetapi suhu harus tetap dipertahankan antara 35 – 38°C dengan bantuan pendingin.

Didalam yeast mengandung beberapa enzim diantaranya : invertase, mallase dan simase.

Dalam proses fermentasi pembuatan alkohol ini, enzim yang paling cepat merubah glikosa menjadi alkohol adalah simase.

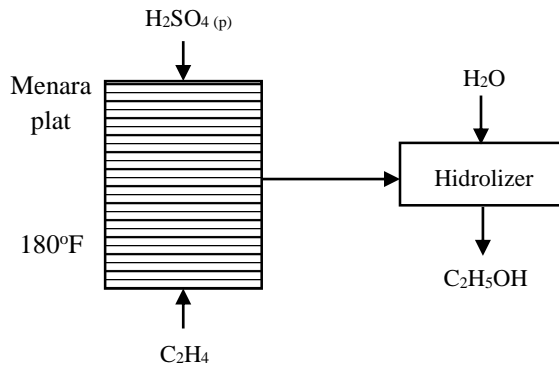
Waktu per proses yang dilakukan untuk fermentase 48 jam.



Gambar 4. 1. Proses pembuatan alkohol

4. Susunan yang keluar dari bier still adalah alkohol, aldehyd dan air dengan kadar alkohol 8-10% sebagian dari pada H_2O akan dibuang melalui kondensor, hasil dari kondensasi H_2O dipindahkan ke recified kolom I tujuannya untuk membuang aldehyd, kemudian larutan alkohol dari becified kolom I dipindahkan ke recified kolom II tujuannya untuk dipekatkan. Hasil alkohol 95,5%.

Gambar 4.2 adalah proses Indirect pada proses distilasi pembuatan alkohol.



Gambar 4. 2. proses pembuatan alkohol pada proses distilasi

Kesimpulan :

Kegunaan alkohol menurut beberapa sumber adalah :

1. Sebagai campuran minuman keras.
2. Berfungsi untuk melarutkan dan sebagai reagen dalam laboratorium atau uji lab. di industri.
3. Dapat digunakan sebagai bahan bakar.

4. Bahan baku atau pembantu pada industri kimia.
5. Bahan pembantu atau tambahan pada industri kecantikan dan kedokteran.
6. Dapat digunakan sebagai bahan pelarut dan sebagai campuran sintesis senyawa kimia.
7. Bahan baku pembuatan senyawa kimia, seperti *asetaldehid, etil asetat, asam asetat, etilene dibromida, glycol, etil klorida*, dan semua *etil ester*.
8. Dapat digunakan sebagai bahan pelarut dalam pembuatan cat dan bahan-bahan komestik.

Etanol mempunyai nilai panas sebesar 12.800 Btu/lb. Sedangkan jika dicampur dengan gasoline dengan perbandingan presentase 10% etanol dan 90% gasoline akan menghasilkan produk dengan nama dagang Gashol yang menghasilkan panas sebesar 112.000 Btu/gallon.

Pertanyaan :

1. Apa saja Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan alkohol ?
2. Bagaimana reaksi yang terjadi sampai terbentuk alkohol?
3. Bagaimana cara perusahaan mempertahankan supaya suhu fermentasi pembuatan alkohol tetap pada 35-38⁰C ?
4. Alkohol digunakan untuk apa sajakah?
5. Bagaimana proses pembuatan alcohol?

Referensi :

- Tety Elida S.,1996, Pengantar Kimia, Diktat Kuliah, Gunadarma, Jakarta.
- Keenan, Kleinfelter, Wood, 1999, Kimia Untuk Universitas, jilid 1, terjemahan : A. Hadyana P, Erlangga, Jakarta.

Petrucci, R.H, 1996, Kimia Dasar : Prinsip dan Terapan Modern, jilid 1, , Erlangga, Jakarta.

Rosenberg, J.L., 1985, College Chemistry : Schaum's Outline Series, Mc. GrawHill Book co., Singapore.

Syukri S., 1999, Kimia Dasar 1, ITB, Bandung.

BAB V

INDUSTRI MINYAK BUMI

Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

4. Mahasiswa mampu memahami asal mula minyak bumi.
5. Mahasiswa mampu memahami proses minyak bumi.
6. Mahasiswa mampu memahami hasil dan manfaat dari proses minyak bumi.

Minyak Bumi dan Hasil Pengolahannya

Minyak bumi terbentuk dari hasil dekomposisi materi hewan dan tumbuhan di daerah yang turun secara perlahan. Daerah tersebut biasanya berupa laut, batas danau di sepanjang pantai, juga danau dan rawa di daratan. Sedimen mengendap bersama dengan materi tersebut secara cepat sebelum terjadi pembusukan. Ketika materi organik tersebut terbenam semakin dalam, terjadilah perubahan kimiawi yang membentuk hidrokarbon. Campuran berbagai hidrokarbon inilah yang membentuk minyak bumi.

Dilihat dari wujudnya, minyak bumi berbentuk cairan kental, berwarna cokelat gelap atau pekat, ada juga yang berwarna kehijauan. Minyak bumi mempunyai sifat mudah terbakar dan berada di lapisan atas pada bagian kerak bumi. Minyak bumi sendiri diambil dari sumur-sumur minyak yang ada di pertambangan-pertambangan. Selanjutnya, minyak bumi akan diproses di tempat pengilangan minyak untuk kemudian dikelompokkan berdasarkan titik didihnya guna menghasilkan produk-produk berbeda.

Produk-produk yang dihasilkan dari pengolahan minyak bumi,
antara lain:

- Berbagai jenis bahan bakar, seperti bensin, LPG, bahan bakar mesin jet, minyak tanah, solar, dan sebagainya.
- Plastik.
- Pelumas, seperti oli mesin dan gemuk.
- Wax untuk pengemasan makanan beku.
- Sulfur atau asam sulfat untuk industri.
- Tar.
- Aspal.
- Kokas untuk bahan bakar padat.
- Paraffin wax, salah satunya untuk industri kecantikan.
- Petrokimia aromatik sebagai campuran bahan-bahan kimia.

Pengelompokan Industri Minyak Bumi

Sebagaimana industri lain pada umumnya, industri minyak bumi juga terdiri dari tiga komponen, yaitu industri hulu, menengah, dan hilir. Industri minyak bumi sendiri mencakup eksplorasi, ekstraksi, pengilangan, transportasi (melalui tanker atau pipa), hingga pemasaran.

Tahap eksplorasi adalah tahap pencarian minyak bumi yang melibatkan kajian panjang di bidang ilmu kebumihan dan ilmu eksak. Para ahli geologi adalah mereka yang berperan menemukan minyak bumi tersebut. Sedangkan ekstraksi adalah proses pembersihan produk untuk menghasilkan mutu yang lebih baik.

Industri transportasi minyak bumi bertugas memindahkan minyak bumi maupun turunannya. Perpindahan dapat dilakukan berdasarkan besar muatan dan jarak dengan gerbong ketel, truk, kapal tanker, dan jalur pipa. Minyak bumi membutuhkan transportasi khusus karena rentan kebocoran dan polusi yang membahayakan lingkungan. Selanjutnya, rantai terakhir industri minyak bumi adalah pemasaran. Dengan adanya kegiatan pemasaran, produk olahan minyak bumi yang siap pakai dapat sampai ke tangan konsumen.

Perusahaan Industri Minyak Bumi di Indonesia

Pertamina, Chevron Pacific, ExxonMobil, dan sejenisnya adalah perusahaan minyak bumi yang paling terkenal. Padahal ada banyak sekali perusahaan minyak hulu dan hilir yang beroperasi di Indonesia. Tercatat ada sekitar 100 perusahaan minyak hulu dan lebih dari 40 perusahaan minyak hilir yang beroperasi di Indonesia.

Berikut beberapa contohnya:

Hulu

- Asia Petroleum
- BP Indonesia
- Conoco Phillips Indonesia
- Core Lab
- Elnusa
- Genting Oil
- Halliburton
- Lapindo Brantas, Inc.
- Medco E & P Indonesia
- PAMA
- Star Energy Sentosa

- Total E&P Indonesia

Hilir

- PT Blue Gaz Indonesia
- PT Cosmic Indonesia
- PT Dover Chemical
- PT PGN (Persero)
- Patra Niaga
- Shell
- Walinusa Energi

Di antara ratusan perusahaan minyak tersebut, beberapa di antaranya sudah tercatat di Bursa Efek Indonesia (BEI), seperti:

1. PT Ratu Prabu Energi Tbk (ARTI)
2. PT Astrindo Nusantara Infrastruktur Tbk (BIPI) – sebelumnya bernama PT Benakat Integra Tbk, PT Benakat Petroleum Energy Tbk, dan Macau Oil Engineering and Technology
3. PT Elnusa Tbk (ELSA)
4. PT Energi Mega Persada Tbk (ENRG)
5. PT Surya Esa Perkasa Tbk (ESSA)
6. PT Medco Energi Internasional Tbk (MEDC)
7. PT Radiant Utama Interinsco Tbk (RUIS)
8. PT Super Energy Tbk (SURE)
9. PT Ginting Jaya Energi Tbk (WOWS)

Usaha pengeboran minyak di Indonesia sendiri sudah ada sejak zaman Belanda. Pengeboran pertama dilakukan pada 1871 di Majalengka, Jawa Barat oleh pengusaha Belanda, Jan Reerink, meski

tanpa hasil. Penemuan minyak di Indonesia pertama kali baru terjadi pada 1883 di daerah Pangkalan Brandan, Sumatera Utara. Pada waktu hampir bersamaan, sumber-sumber minyak lain juga ditemukan, seperti di Cepu (Jawa Tengah), Muara Enim (Sumatera Selatan), dan Riam Kiwa (Kalimantan Selatan).

Pada masa itu, sekitar abad ke-19, terdapat belasan perusahaan Belanda yang beroperasi melakukan pengeboran minyak. Disusul pada tahun 1912, perusahaan minyak dari Amerika Serikat mulai masuk ke Indonesia. Barulah usai terjadinya perang kemerdekaan sekitar tahun 1945-1950, semua instalasi minyak diambil alih oleh pemerintah Republik Indonesia. Selanjutnya pada 1961, sistem konsesi perusahaan asing dihapuskan dan diganti dengan sistem kontrak karya. Kontrak bagi hasil pun diterapkan dengan menyatakan bahwa seluruh daerah Indonesia merupakan daerah konsesi PN Permina dan PN Pertamina (cikal bakal PT Pertamina). Dengan demikian, perusahaan asing hanya dapat bergerak sebagai kontraktor dengan memperoleh bagi hasil.

Klasifikasi hasil pemasakan

Klasifikasi hasil pemasakan minyak bumi atau petroleum :

1. Yang memiliki atom C1 sampai dengan C4 yang memiliki titik didih dibawah 40 adalah golongan elpiji (LNG) atau gas alam.
2. Yang memiliki atom C5 sampai dengan C9 yang memiliki titik didih antara 40-140 adalah golongan bensin dan solven.
3. Yang memiliki atom C9 sampai dengan C16 yang memiliki titik didih antara 140-280 adalah golongan kerosin (minyak kompor).

4. Yang memiliki atom C12 sampai dengan C25 yang memiliki titik didih antara 180-320 adalah golongan minyak berat cair dan tidak viskos, digunakan sebagai bahan penyerap, bahan bakar mesin diesel dan bahan bakar untuk creaking.
5. Yang memiliki atom C diatas 25 suhu diatas 320°C adalah golongan minyak berat cair dan viskos. Yang termasuk golongan minyak ini adalah medicinal oil dan parafin cair. Kegunaan untuk minyak pelumas, detergen, obat-obatan, minyak rambut, pelumas bagian mesin yang bergetar.
6. Minyak sisa atau residu
 - a. Cair, gunanya untuk spray barner atau dapur pembakaran dan bahan bakar creaking
 - b. Agak kental, seperti lemak untuk pelumas mesin-mesin terbuka dan aspal untuk jalan
 - c. Padat, contohnya parofin digunakan untuk lilin dan membuatik

Lapangan usaha minyak bumi dibagi 4 bagian :

1. Pertambangan
2. Pengkilangan
3. Perdagangan
4. Transportasi

Susunan zat yang terdapat dalam minyak bumi, meliputi :

1. Alkana
2. Alkena
3. Aromatis

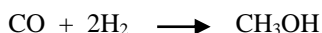
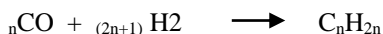
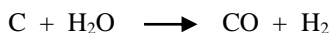
4. Napthene
5. Senyawa yang mengandung O, S, N.

Sintesis Minyak Bumi

Minyak bumi selain diambil dari tambang, juga dapat disintesa:

1. Proses sunthol

Reaksi : Karbon dari batubara direaksikan dengan H₂O.



2. Proses Bergius

Reaksi : Batubara dipanaskan dengan menggunakan Fe₂O₃ selama 2 jam dengan suhu (400-500)°C tekanan 100 atm yang menghasilkan petrolium.

Angka Oktan

Ialah bilangan yang menyatakan jumlah iso oktan yang terdapat pada bahan bakar. Jika bahan bakar hanya mengandung iso oktan saja, dinyatakan bahwa bahan bakar tersebut angka oktannya 100. Bila bahan bakar tersebut isinya hanya n-heptana, dinyatakan bahan bakar tersebut memiliki angka oktan 0. Untuk bensin pesawat terbang (bensol atau aftur) memiliki angka oktan 100. Untuk bensin super memiliki angka oktan 92-98. Untuk bensin premium memiliki angka oktan 78. Untuk bensin premik memiliki angka oktan 98-99

Klasifikasi Jenis Minyak Dan Pengerjaannya

Karena minyak memiliki titik didih dibawah 320, maka pada umumnya minyak didestilasi pada suhu dibawah 320°C. Penyulingan ini disebut dengan topping.

Hasilnya : LNG, golongan bensin dan solven sampai bahan bakar creaking.

Residunya : dapat diolah lagi menjadi bensin sampai fraksi kerosin.

Proses pengolahan residu sampai ke fraksi dan rantai karbon yang masih kecil.

Tujuan creaking adalah memecah molekul-molekul (rantai karbon) hasil destilasi hidrokarbon menjadi rantai karbon yang lebih kecil atau pendek.

Terdapat 3 jenis proses creaking :

1. Katalitik Creaking

Adalah proses peretakan dengan menggunakan katalis. Proses ini lebih efisien karena reaksi akan berjalan lebih cepat.

Katalis yang digunakan : aluminium oksida, silikat-silikat (SiO_2), senyawa-senyawa yang mengandung asam kersik.

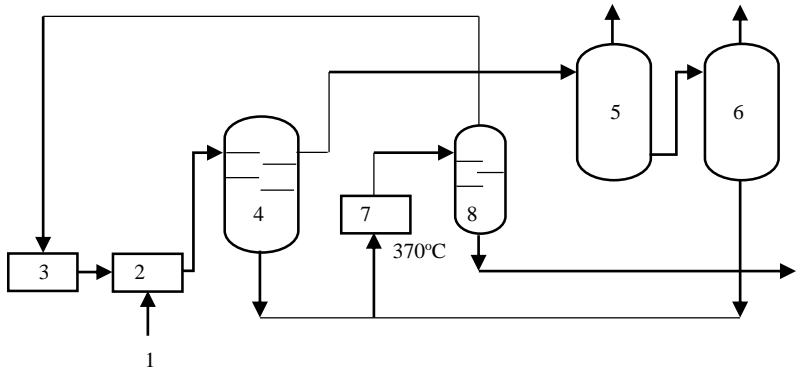
Keuntungannya : waktu peretakan berjalan singkat dengan suhu yang rendah dan dihasilkan bensin yang baik.

2. Thermal Creaking

Proses ini adalah proses pemecahan molekul-molekul besar menjadi molekul kecil yang disebabkan karena pengaruh suhu yang tinggi.

3. Klorida alumunium creaking (perekahan yang dibantu oleh katalis klorida alumunium bebas air).

Gambar 5.1 adalah diagram alir minyak bumi menjadi fraksi-fraksinya (destilasi minyak bumi)



Gambar 5. 1. proses distilasi minyak bumi

Keterangan :

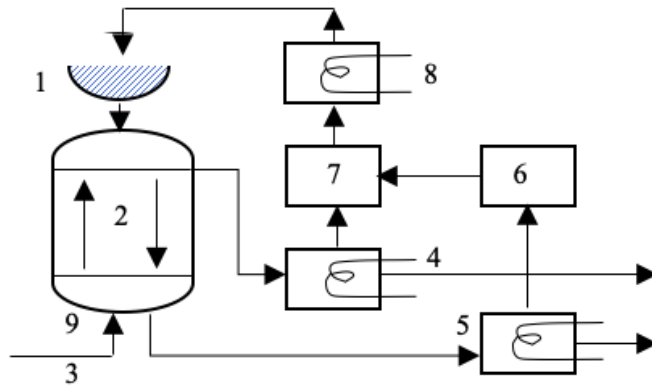
3 dan 7 : dapur pembakaran

4 dan 8 : dephlegmator

Pengkilangan Minyak

Pengkilangan Minyak Adalah proses pengilangan terhadap hasil minyak bumi. Tujuan hasil pengilangan dari minyak bumi yaitu menghilangkan senyawa-senyawa aromatik dan kerosin, menghilangkan senyawa-senyawa belerang dan memperbaiki warna dan stabilitas.

1. Menghilangkan senyawa-senyawa aromatik dan kerosin, proses terlihat pada gambar 5.2



Gambar 5. 2. proses penghilangan senyawa-senyawa aromatik

Keterangan nomor alat alat :

Nomor 1 : pencairan

Nomor 2 : ekstraktor

Nomor 6 dan 7 : tempat penekanan SO₂ dari gas menjadi cair

Nomor 8, 4, 5 : pendingin

Nomor : 9 masuknya ekstraktor (C₁₂)

Keterangan alur proses gambar 5.2 :

- a. Dari penimbun SO₂ cair, SO₂ mengalir ke menara 2, sedangkan kerosin dan ekstraktor ditekan dari bawah berlawanan arah dengan SO₂.
- b. Kerosin yang sudah bebas dari senyawa aromatis akan masuk ke kolom penguap no. 4 untuk di pisahkan antara kerosin dan SO₂.

- c. Ekstraktor yang sudah jenuh dengan SO₂ dan senyawa aromatik akan masuk ke dalam kolom penguap no. 5 untuk dipisahkan SO₂ dan ekstraktornya.
- d. Didalam kolom 7 dan 6, SO₂ dicairkan dengan menggunakan tekanan.
- e. Hasil SO₂ cair dari 7 dan 6 didinginkan lagi dipendingin 8, dikembalikan ke penimbunan SO₂ cair.

Catatan : Kerosin dibersihkan 2x karena ekstraktor dan kerosin masuk bersama-sama dari bawah bersamaan.

2. Menghilangkan senyawa-senyawa belerang (S) dalam benzen
Diantara senyawa-senyawa belerang yang terdapat dalam bensin adalah :

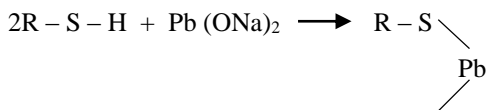
- a. Mercaptan (R – S – H)
- b. Thiol

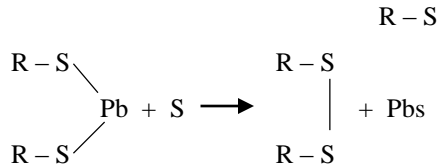
Senyawa-senyawa diatas menyebabkan sifat korosif sehingga perlu dihilangkan dengan larutan doctor.

Bensin yang mengandung mercaptan dicuci dengan larutan doctor sehingga mercaptan terikat dalam bentuk timbal mercaptan, yang tetap dalam larutan bensin dan memberi warna zat dimana yang memberikan warna kuning pada bensin.

Jika kedalamnya ditambahkan belerang maka timbal mecaptan akan berubah menjadi timbal sulfida dan disulfida alkil organik.

Reaksi :





Catatan : Pada proses ini pemberian belerang harus tepat, hal ini disebabkan karena, jika dalam bensin terdapat S yang berlebihan akan terdapat sulfida sisa yang menyebabkan bensin bersifat korosif dan apabila penambahan sulfida kurang maka bensin akan tetap mengandung mercaptida.

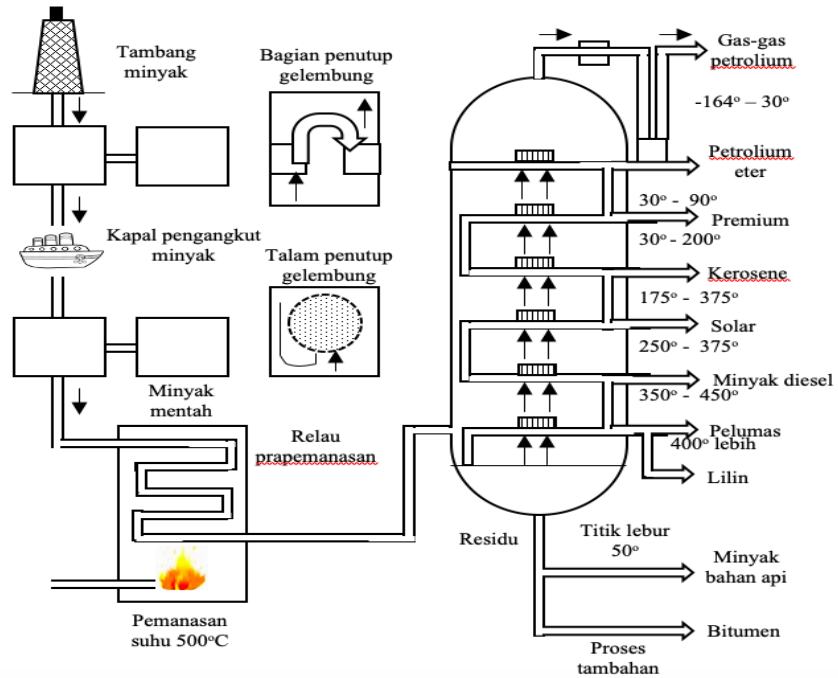
3. Penghilangan hasil minyak dengan H₂SO₄

Tujuannya :

- a. Memperbaiki warna.
- b. Menghilangkan senyawa-senyawa yang dapat berubah menjadi polimer (contoh : damar).
- c. Menghilangkan senyawa-senyawa aromatis dan senyawa-senyawa yang menyebabkan korosi.

Diagram Alir Penyulingan Minyak Mentah

Diagram alir proses pengolahan minyak bumi terlihat pada gambar 5.3.



Gambar 5. 3. proses pengolahan minyak bumi

Industri Gas Bumi

Cadangan gas bumi ditemukan dalam jumlah yang cukup besar disamping cadangan minyak bumi. Berdasarkan cara menghasilkan gas bumi, maka dapat dibedakan 2 macam gas :

1. Gas bumi yang dihasilkan bersama-sama minyak bumi, dari endapan minyak bumi disebut associated gas.
2. Gas bumi yang dihasilkan dari endapan khusus mengandung gas bumi disebut non associated gas.

Gas bumi ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri tetapi yang utama dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Gas bumi adalah endapan hidrokarbon ringan dengan komponen C_1 sampai dengan C_5 .

Kesimpulan :

Komponen yang penting dalam gas bumi :

1. Komponen C_3 dan C_4 adalah komponen utama dalam elpigi (LPG)
LPG ialah gas dari minyak bumi. Gas tersebut yang berada bersama-sama minyak bumi.
2. Komponen C_1 dan C_2 adalah komponen utama LNG
LNG artinya gas alam yang dicairkan. Tujuan pencairan adalah untuk memudahkan transport. Perbandingan gas dan cairannya adalah 615 : 1. Untuk mencairkan harus dilakukan pendinginan sampai -162°C , gas LNG ini berada bersama-sama minyak bumi.

3. Komponen C_5 yang terdapat dalam gas bumi dapat dicairkan menjadi Natural Gas Liquid (NGL)
NGL ialah gas alam. Gas alam yang didalam bumi ini biasanya terdapat dalam daerah-daerah kapur yang kedalamannya mencapai 3 km dari bumi.

Pertanyaan :

1. Gas yang dihasilkan dari gas bumi adalah?
2. Hasil pemisahan minyak bumi yang keluar dari bagian bawah tangki distilasi disebut?
3. Distilasi adalah proses pemisahan berdasarkan?
4. Apa beda LPG, LNG dan NGL ?
5. Sebutkan klasifikasi hasil-hasil pemasakan minyak bumi !

Referensi :

American Petroleum Institute, 1980, *Two Energy Futures: A National Choice for the Eighties*, Houston, Tex

Burke, 1975, *Energy from the Wind – An Annotated Bibliography*, Colorado State Univ., Fort Collins, Colo.

Christian, Zuckerman, 1978, *Energy and the Chemical Sciences*, Pergamon, Elmsford, New York.

Derenzo, 1977, *Energy from Bioconversion of Waste Materials*, Noyes, Park Redge, New Jersey.

Dix, 1977, *Energy: A Critical Decision for U.S. Economy*, Energy Education Publ.

Doann, 1982, *Alcohol Fuels: Policies, and Potential*, Westview Press, Denver.

El Hinrawi, Biswas, 1981, *Renewable Sources of Energy and Environtmenr*, Tycolly Intl. Publ., Dublin.

- Grainger, Gibson, 1981, *Coal Utilization Technology, Economics, and Policy*, Halsted, New York.
- Greely, R. Ouellette, Cheremisinoff, 1981, *Solar Heating and Cooling of Buildings*, Ann Arbor Sci. Publ.
- Jon. D., 1977, *Availability of World Energy Resource Book*, Aspen System Corp.
- McMullan, J., 1976, *Energy Resources and Supply*, Wiley, New York.
- Mc Rac, A. Dudas, H, Rowland, 1977, *The Energy Source Book*, Aspen Systems Corp.
- National academy of Sciences, 1979, *Energy in Transition*, San Fransisco.
- Oniciu, 1976, *Fuel Cells*, Abacus Press, Turnbridge Wells, Great Britain.
- Poul, J. K, 1977, *Solar Heating and Cooling*, Noyes, park Ridge, New Jersey.
- Perelman, L. Giebelhaus, Yokel, 1980, *Energy Transitions, Long Term Perspectives*, Westview Press, Boulder, Colo.
- Ranney, M, W, 1981, *Oil Shale and Tar Scand Technology*, Noyes, Park Ridge, New Jersey.
- Rider, 1981, *Energy: Hydrocarbon Fuels and Chemical Resources*, Willey, New York.
- Stamper, Koral, 1980, *Handbook of Air Conditioning, Heating, and Ventilating*, eds. 3, Tex.
- Stauffer, H. C., 1980, *Oil Shale, Tar Sands and Related Materials*, ACS, Columbus, Ohio, Houston, Tex.

Yen, T. F., 1976, *Science and Technology of Oil Shale*, Publikasi Ann Arbor.

BAB VI

INDUSTRI CAT DAN PERNIS

Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

1. Mahasiswa mampu memahami bahan pembuatan cat dan pernis.
2. Mahasiswa mampu memahami proses pembuatan cat dan pernis.

INDUSTRI CAT

Cat adalah campuran zat padat tembus cahaya yang didispersikan dalam mediumm air.

Fungsi cat :

1. Melindungi agar tidak terjadi teaksi antara besi atau logam dengan udara agar tidak terjadi korosi
2. Melindungi terhadap pencucian
3. Untuk memperindah permukaan
4. Mengkilapkan permukaan

Komponen-komponen pembentuk cat :

1. Bahan pengikat

Bahan pengikat adalah bahan cair yang bila ditambahkan dengan bahan pengering dapat menjadi padat dan melekat pada permukaan yang dicat dan membentuk protective film

Fungsi :

- a. Untuk mengikat komponen-komponen sehingga melekat pada permukaan yang dicat
- b. Membuat cat menjadi mengkilat
- c. Membentuk lapisan film untuk mencegah terjadinya oksidasi dan polimerisasi (reaksi antara monomer, yang dihasilkan dari pengulangan monomer itu sendiri)

Yang termasuk dalam bahan pengikat :

- a. Minyak pengering, baik minyak nabati maupun hewani
- b. Damar
- c. Pernis untuk mendapatkan film yang tahan lama
- d. Derivate selulosa atau turunan, seperti cat duko isinya adalah mikroselulose
- e. Derivat dari karet
Fungsinya memberikan sifat-sifat baik antara lain: permukaan bagus, cepat kering, bau tidak keras, tidak mudah kotor dan tahan korosi
- f. Bahan semi organic, digunakan untuk cat yang tahan panas
- g. Bahan pengikat lain, misalnya aspal, starch, kasein.
Dipakai sebagai bahan pengikat cat air, bahan emulsi serta bahan perekat. Kasein sebagai bahan perekat mutunya lebih baik dibanding kanji atau starch.

2. Bahan pengisi atau filler

Filler adalah bahan padat powder tidak larut dalam air atau pelarut organik tetapi dapat bercampur dengan bahan pengikat dan transparan.

Fungsinya :

- a. Untuk mendapatkan bahan yang lebih tebal
- b. Memberikan atau menambah kekuatan ketahanan cat
- c. Menambah berat cat sehingga menguntungkan dalam segi ekonomi

Sifat-sifatnya :

- a. Padat, tidak larut dalam air maupun pelarut organik
- b. Pada umumnya berwarna putih

Yang termasuk bahan pengisi :

- a. Tepung batu :
 - Kaolin
 - Asbes, berfungsi untuk mencegah pengendapan cat atau anti settling. Biasanya digunakan untuk cat dasar.
 - BaSO_4 , digunakan untuk cat warna tulis dan tinta cetak.
 - CaCO_3
Sebagai bahan pembuatan dempol atau cat dasar
 - Talk
Untuk cat dasar karena gaya adhesinya kuat.
 - *China Clay* atau tanah liat china
Bersifat inert, digunakan sebagai cat dasar karena memiliki sifat pengemulsi.

3. Bahan pewarna

Adalah bahan padat poeder data dicampur dengan bahan peningkat tetapi tidak dapat dicampur dalam cairan.

Fungsinya :

- Memberi warna
- Sebagai pelindung terhadap sinar ultra violet
- Menguatkan film.

Yang termasuk bahan pewarna yaitu semua jenis pewarna organik dan anorganik.

4. Bahan pengencer

Disebut juga *thinner* atau pelarut, adalah bahan cair mudah menguap dan berada dalam keadaan berlebih dalam larutan.

Fungsi:

- Melarutkan atau mengencerkan bahan pengikat pigmen yang padat dan kental.
- Mengatur kekentalan atau viskositas.

yang termasuk bahan pengencer:

- a. Golongan alkohol
- b. Golongan anhidrokarbon alifatis (terpentin dan metil siklohexan)
- c. Golongan ester
- d. Golongan hidrokarbon aromatis
- e. Golongan eter
- f. Golongan keton
- g.

5. Bahan tambahan

Digunakan dalam jumlah sedikit, yang ditambahkan dengan tujuan mempertinggi mutu cat.

Jenis – jenis bahan tambahan:

- a. Bahan pengering

- Fungsi: mempercepat pengeringan serta sebagai katalis.
- b. Bahan *endepensi*
Fungsi: memperbaiki dispensi pigmen dalam bahan pengikat.
 - c. Bahan anti kerak
Fungsi: untuk mencegah terjadinya gumpalan / kerak sebelum cat dipakai.
 - d. Bahan anti pengendap
Fungsi: mencegah terjadinya pengendapan pigmen pada saat disimpan.
 - e. Bahan *floating*
Fungsi: mencegah pemisahan warna pada waktu cat di kuaskan.
 - f. Bahan *plastisizer*
Fungsi: membuat atau memberikan sifat elastis pada film. Sehingga akan mencegah atau mengurangi terjadinya retak.

Proses pembuatan cat dalam industri meliputi:

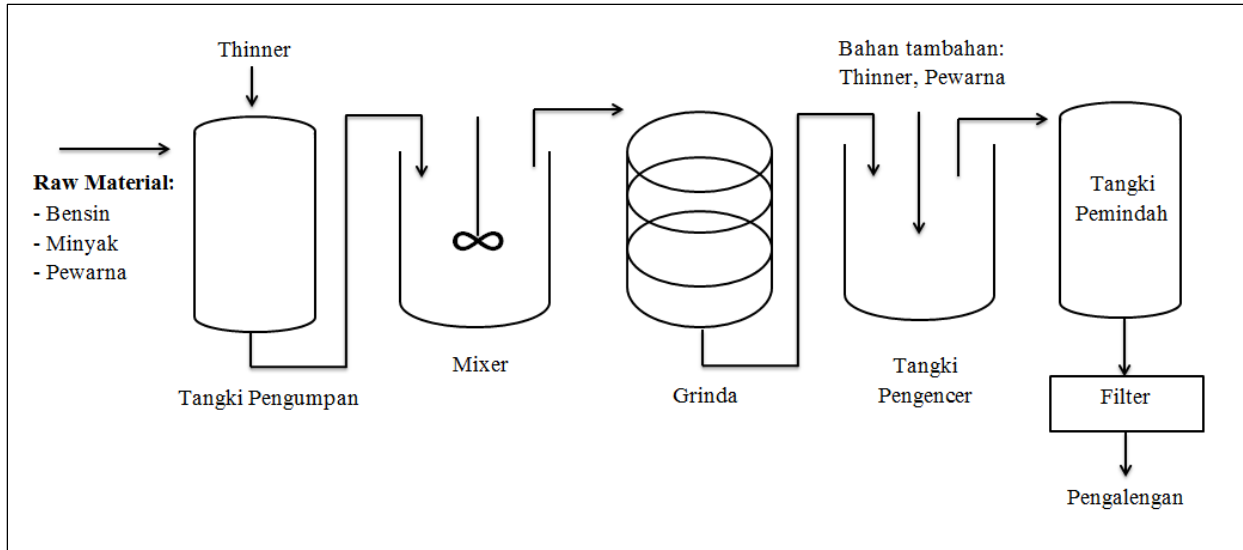
1. Penentuan perbandingan bahan dasar
2. Proses pembentukan pasta
3. Penggilingan
4. Pengenceran dan pewarnaan
5. Pengalengan produk.

PROSES PEMBUATAN CAT

Gambar 6.1 merupakan gambar diagram alir proses pembuatan cat.

Keterangan gambar 6.1 ;

1. Raw material ditimbang dengan perbandingan tertentu, dicampur dalam mixer. Sebagian Thinner di masukkan dalam tangka penyimpan untuk mencegah menghamburnya debu dan menjaga agar reaksi bercampur secara homogen, hasilnya adalah pasta.
2. Pasta digrinda dan dimasukkan dalam tangka pengencer ditambahkan thinner serta bahan pewarna atau bahan tambahan.
3. Sebelum pengalengan, cat dilewatkan tangki pemindah dan filter untuk menghindari cat yang masih menggumpal.



Gambar 6. 1. Proses pembuatan cat

INDUSTRI PERNIS

Ditinjau dari segi fungsinya pernis adalah zat cair kental yang umumnya dipakai untuk penutup, pelindung dan keindahan pada berbagai permukaan.

Berdasarkan pada sifat fisis dan kimianya, pernis adalah dispense koloid dari larutan dasar baik dalam maupun sintesis dalam minyak sebagai pengencer. Pada umumnya pernis dibagi menjadi 2, yaitu:

- Pernis minyak
- Pernis spiritus

Kelebihan pernis spiritus daripada pernis minyak:

1. Pernis spiritus lebih cepat kering membentuk lapisan film yang lebih keras / kuat.
2. Tidak mudah ditembus oleh air.

Pernis Minyak

Komposisi:

1. Damar alam / sintesis.

Yang termasuk damar alam : pohon pinus → Arphus

Yang termasuk damar sintesis: fenol, aldehyd, urea, melamin, formaldehyd.

Fungsi:

- Membentuk film
 - Menjadikan keras pada pengeringan, akan tetapi kekekalannya hanya sedikit.
2. Minyak pengering

Misal: minyak tung, minyak jarak, minyak kelapa, minyak ikan dan minyak linsad.

Fungsi:

- Agar awet
- Membuat elastis film
- Memberikan daya adesi yang baik.

3. Bahan pengering

Misal: garam-garam logam dari Pb, Mn, eu, zn. Barang-barang logam tersebut dari asam-asam *linoleat* dan fkalat.

Fungsi: mengatur dan mempercepat proses pengeringan.

4. Bahan pelarut dan pengencer

Misal: *Terpentin*, *Herosin*, *Xylol* dan alkohol.

Fungsi: mengatur konsistensi dan mempercepat penguapan yang uniform.

Proses pembuatan

Diagram alir proses pembuatan pernis minyak terlihat pada gambar 6.2.

Proses pembuatan :

1. Gum Running adalah pembersihan damar, kemudian damar dihaluskan hingga menjadi bubuk. Ditimbang dalam ketel, dipanaskan dalam suhu 315°C sampai mencair, kemudian ditambahi minyak.
2. Elastisasi
Minyak sebagai bahan elastisitas di murnikan dulu, dipanaskan dan ditambah sidikit demi sedikit kedalam damar cair. Diaduk hingga homogeny, suhu yang digunakan untuk pencampuran yaitu ($200\text{-}260^{\circ}\text{C}$) sehingga diperoleh larutan yang jernih dan

transparan pada saat pendinginan. Efek pemanasan pada proses ini, jika terlalu panas warna pernis akan rusak. Tetapi jika terlalu dingin, damar yang berada dalam larutan akan berubah dalam penyimpanan.

3. Pengenceran/ thinning

Setelah diperoleh pernis yang akan dikehendaki pada pemanasan ditambah dengan pengencer yang telah diketahui konsentrasinya. Titik didih pengencer harus lebih rendah dari titik didih pernis.

Proses penambahan pengencer berjalan pada suhu 150°C dengan cara menambahnya sedikit demi sedikit sambil diaduk kemudian didiamkan sampai dingin.

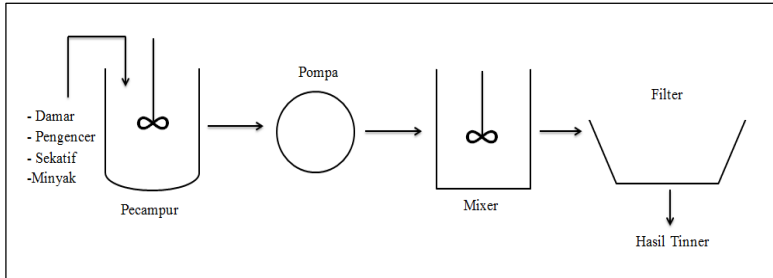
Setelah dingin ditambah dengan sekatif untuk mengatur pengeringan film setelah dikuaskan.

4. Uniformatin/ penyerbasamaan

Untuk memperoleh bentuk yang sama dan uniform diaduk dengan menggunakan sentrifius dan untuk menghilangkan kotorannya menggunakan saringan.

Pernis minyak ada dua, yaitu:

- Pernis dari damar sintesis
- Pernis dari damar exterior



Gambar 6. 2. Diagram alir proses pembuatan pernis minyak

Keterangan gambar 6.2 :

Semua bahan dicampur, dipompa ke mixer dan diaduk kemudian disaring.

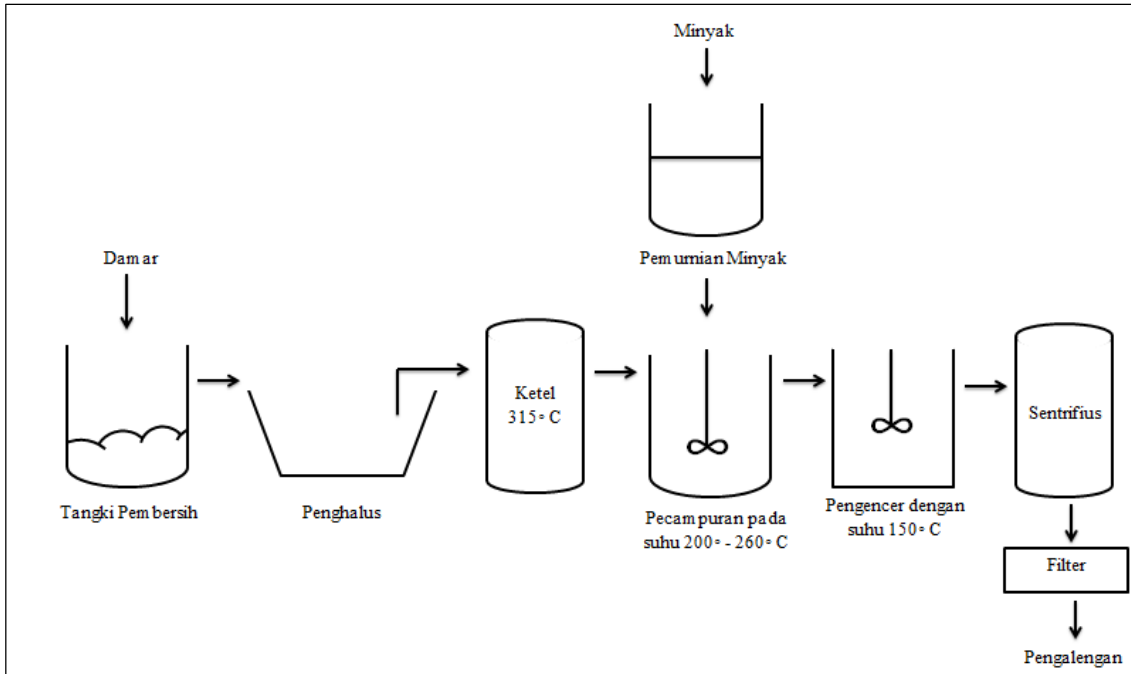
Pernis Spiritus

Proses pembuatan:

Damar dimasukkan dalam bejana (bejana berputar), kemudian ditambahkan zat-zat pelarut. Perputaran dihentikan bila semua zat sudah larut kemudian di saring, hasilnya adalah pernis spiritus.

Kesimpulan :

Proses pembuatan cat dan pernis menggunakan yang berbeda berdasarkan fungsinya, secara garis besar fungsi dari cat dan pernis adalah melindungi agar tidak terjadi reaksi antara besi atau logam dengan udara agar tidak terjadi korosi, melindungi terhadap pencucian, untuk memperindah permukaan, mengkilapkan permukaan



Gambar 6. 3. Proses pembuatan pernis spritus

Pertanyaan :

1. Bagaimana proses pembuatan cat ?
2. Dari apa sajakah bahan baku pembuatan pernis ?
3. Ada berapa jenis pernis? Apa yang membedakan ?
4. Apa sajakah bahan baku pembuatan cat?
5. Apakah fungsi bahan tambahan ?

Referensi :

Tety Elida S., 1996 Pengantar Kimia, Diktat Kuliah, Gunadarma, Jakarta.

Keenan, Kleinfelter, Wood, Kimia Untuk Universitas, jilid 1, terjemahan : A. Hadyana P, Erlangga, Jakarta, 1999.

Petrucci, R.H, 1999, Kimia Dasar : Prinsip dan Terapan Modern jilid 1, terjemahan : Suminar Achmadi, Erlangga, Jakarta.

Rosenberg, J.L., 1985, College Chemistry : Schaum's Outline Series, Mc. GrawHill Book co., Singapore.

Syukri S., 1999, Kimia Dasar 1, ITB, Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

Advances in Ceramics, vol. 1-3, The American Ceramic Society, Columbus, Ohio, 1981.

Boynton, R. S.: *Chemistry and Technology of Lime and Limestone*, eds. 2, Wiley, New York, 1979

Burke, B. L: *Energy from the Wind – An Annotated Bibliography*, Colorado State Univ., Fort Collins, Colo., 1975.

Ceramic Data Book, Cahner, Boston, Mass., 1977.

Conrad, J.W,: *Contemporary Ceramic Formulas*, McMillan, New York, 1980.

Christian, S. D. Dan J. Zuckerman (ed.) *Energy and the Chemical Sciences*, Pergamon, Elmsford, N. Y., 1978.

Derenzo, D,: *Energy from Bioconversion of Waste Materials*, Noyes, Park Redge, N. J., 1977.

Dix, S. M. : *Energy: A Critical Decision for U.S. Economy*, Energy Education Publ ,Grand Rapids, Mich., 1977.

- Doann, H. A. : *Alcohol Fuels: Policies, and Potent ial*, Westview Press, Denver, 1982.
- El Hinrawi, E. Dan A. K. Biswas (ed.): *Renewable Sources of Energy and Environtmenr*, Tycolly Intl. Publ., Dublin, 1981.
- Franklin, A. J.: *Cement and Mortar Additives*, Noyes, Park Ridge, N. J., 1976.
- Frechette, V. D., L. D. Pye, dan J. S. Reed: *Ceramic Engineering And Science, Emerging Priorities Materials Science Research*, vol. 8, Plenum, New York, 1974.
- Gutcho, M,: *Cement and Mortar Technology*, Noyes, Park Ridge, N. J., 1980.
- Grainger, L. Dan J. Gibson: *Coal Utilization Technology, Economics, and Policy*, Halsted, New York, 1981.
- Greely, R. S,. R. P. Ouellette, dan P. N. Cheremisinoff: *Solar Heating and Cooling of Buildings*, Ann Arbor Sci. Publ., Ann Arbor, 1981.
- Grimshaw, R. W.: *The Chemistry and Physics Of Clays*, eds. 4, Willey, New York, 1971.

- Hare, T. M. Dan H. PalmourIII, dalam G. Y. Onoda dan L. L. Hench (ed.): *Processing of Ceramics Before Firing*, Wiley, New York, 1978.
- Homeny, J. Dan R. C. Bradt: "Thermal Shock of Refractories" dalam D. P. H. Hasselman dan R. A. Heller (ed.): *Thermal Stresses in Severe Thermal Environments*, Plenum, New York, 1980.
- Jon. D. C,: *Availability of World Energy Resource Book*, Aspen System Corp, 1977.
- Keenan, Kleinfelter, Wood, Kimia Untuk Universitas jilid 1, terjemahan : A. Hadyana P, Erlangga, Jakarta, 1999.
- Kingery, W. D., D. H. Brown, dan D. R. Williams: *Introduction to Ceramics*, eds. 2, Wiley, New York, 1976.
- Lea, F. M,: *The Chemistry of Cement and Concrete*. Eds. 3, Edward Arnold, London, 1970.
- McMullan, J. T,: *Energy Resources and Supply*, Wiley, New York, 1976.
- Mc Rac, A., h. L. Dudas, dan H, Rowland: *The Energy Source Book*, Aspen Systems Corp., 1977.

- Minerals Year Book, U. S. Dept. Of the Interior-Norton, F. H.:
Elements of Ceramics, eds. 2, Addison-Wesley,
Reading, Mass., 1974.
- National academy of Sciences: *Energy in Transition*, 1985-
2010, San Fransisco, 1979.
- Norton, F. H.: *Fine Ceramics*, McGraw-Hill New York, 1970.
- Norton, F. H.: *Refractories*, eds. 4, McGraw-Hill, New York,
1968.
- Oniciu, L.: *Fuel Cells*, Abacus Press, Turnbridge Wells, Great
Britain, 1976.
- Palmour, H. III, R. F. Davids, dan T. M. Hare: *Processing of
Crystalline Ceramics, Material Science Research*, vol.
11, Plenum, New York, 1976.
- Peray, K.: *Cement Manufacturer's Handbook*, Chemical Oubl.
Co., New York, 1980.
- Perelman, L. J., A. W. Giebelhaus, dan M. D. Yokel (ed.): *Energy
Transitions, Long Term Perspectives*, Westview
Press, Boulder, Colo.
- Petrucci, R.H, *Kimia Dasar : Prinsip dan Terapan Modern jilid
1*, terjemahan : Suminar Achmadi, Erlangga, Jakarta,
1996.

Phase Diagrams for Ceramists, disusun oleh National Bureau of Standards, The American Ceramic Society, Columbus, Ohio, vol. 1, 1964; vol. 2, 1969; vol. 3, 1975; vol. 4, 1981.

Popper, P. (ed.): *Special Ceramics*, Proc. 6th Symp. Spec. Ceram. Brit. Ceram. Res. Assoc., 1974.

Proceedings of the 5th Annual Conference on Composite and Advanced Ceramic Material, Jan. 1981, diterbitkan dalam *Ceram, Eng. Sci. Proc.* Juli-Agustus 1981.

Ranney, M, W.: *Oil Shale and Tar Scand Technology*, Noyes, Park Ridge, N. J., 1981.

Rider, D. K.: *Energy: Hydrocarbon Fuels and Chemical Resources*, Willey, New York, 1981.

Rosenberg, J.L., *College Chemistry : Schaum's Outline Series*, Mc. GrawHill Book co., Singapore, 1985.

Stamper, E, dan R. L. Koral, (ed.): *Handbook of Air Conditioning, Heating, and Ventilating*, eds. 3, Tex., 1980.

Stauffer, H. C. (ed.); *Oil Shale, Tar Sands and Related Materials*, ACS, Columbus, Ohio, Houston, Tex., 1980

Syukri S., Kimia Dasar 1, ITB, Bandung, 1999.

Taylor, W. H.: *Concrete Technology and Practice*, McGraw-Hill, Australia, 1977.

Tety Elida S., dkk., Pengantar Kimia, Diktat Kuliah, Gunadarma, Jakarta, 1996

Tsai, S. W. Dan H. T. Hahn: *Introduction To Composite Materials*, Technomic Publising, Westport, Conn., 1981.

Two Energy Futures: A National Choice for the Eighties, American Petroleum Institute, Houston, Tex., 1980.

Worall, W. E.: *Clays and Ceramics Raw Materials*, Halsted, New York, 1975.

Yen, T. F.; *Science and Technology of Oil Shale*, Ann Arbor Sci. Publ., Ann Arbor, 1976.

Young, J F.; *Cement Research Progress*, Am. Ceramik Soc., Columbus, Ohio, 1977.

BIODATA PENULIS



Atikha Sidhi Cahyana ST, MT. dilahirkan di Malang pada tanggal 18 Oktober 1978. Dalam bidang akademik, penulis menyelesaikan pendidikan formal yaitu di SDN Kebonsari 2 Malang, SLTPN 12 Malang, SMK kimia Industri Putra Indonesia Malang.

Penulis melanjutkan studi ke jenjang yang lebih tinggi di Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang pada tahun 1996 dan lulus pada tahun 2000. Selama menempuh pendidikan S1 penulis merangkap sebagai asisten laboratorium Kimia Dasar, laboratorium Kimia Organik, dan laboratorium Operasi Teknik Kimia. Setelah itu, pada tahun 2001 penulis bekerja sebagai dosen di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo sampai dengan sekarang. Penulis melanjutkan program studi pada program magister di Jurusan Teknik Industri ITS berkat Beasiswa Program Pasca Sarjana (BPPS) dari DIKTI.



Wiwik Sulistiyowati, ST., MT., Lahir di Magetan, 16 Agustus 1982. Menempuh pendidikan Sarjana (S1) tahun 2001 di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya. Kemudian melanjutkan pendidikan Magister (S2) tahun 2006 di Program

Studi Teknik Industri dengan Keahlian bidang Rekayasa Kualitas, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Sebelum menjalankan profesinya sebagai dosen di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, pernah bekerja di Departement Quality Assurance, PT. Kemet Charges, Batam Indonesia yang merupakan perusahaan pembuat Kapasitor jenis Box pada tahun 2008 - 2009. Kemudian pada tahun 2009 sampai sekarang menjalankan profesinya sebahai tenaga pendidik (dosen) di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Beberapa buku yang sudah diterbitkan adalah Buku Pengendalian Kualitas pada Industri Jasa dan Manufaktur dengan Lean, Servqual dan Six Sigma, dan Buku Statistik Dasar. Beberapa Modul Praktikum juga dikembangkan yaitu Modul Praktikum Statistik dan Optimasi Industri, dan Modul Praktikum Sistem Manufaktur dan Tata Letak Fasilitas. Pernah mendaatkan penelitian melalui Hibah DIkti dan Internal UMSIDA, baik skim Hibah Bersaing, PEKERTI, Penelitian Produk Terapan, Penelitian Strategi Nasional Indonesia dan Fundamental. Selain itu juga melaksanakan Pengabdian

kepada Masyarakat dengan mendapatkan hibah dari DIKTI
yaitu Skim IbM, IbK, IbW dan PPDM