

KARYA ILMIAH PRODUKSI ALKOHOL

Ir. HAMIDAH HARAHAHAP

**Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik
Universitas Sumatera Utara**

I. PENDAHULUAN

Produksi alkohol dari biomassa, telah dilakukan orang sekurang-kurangnya sudah 2.000 tahun. Dengan adanya kendaraan mobil dalam skala komersial pada akhir abad yang lampau, alkohol digunakan pula sebagai bahan bakar. Setelah banyaknya ditemukan sumber bahan bakar minyak, maka penggunaan alkohol menjadi berkurang. Dengan meningkatnya harga bahan bakar minyak, maka alkohol menjadi penting lagi.

Penggunaan alkohol antara lain :

1. Sebagai minuman
2. Sebagai bahan kimia dan pelarut
3. Sebagai bahan bakar motor
4. Dalam bidang farmasi

II. PRODUKSI ALKOHOL

2.1. Produksi Alkohol Dunia

Produksi dunia etanol dalam tahun 1977 diperkirakan sebanyak 3 juta ton, dimana 1,4 juta ton (48%) diproduksi dengan cara sintesis, dan 1,6 juta ton (58%) dengan cara produksi etanol di negara-negara utama dinyatakan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Perkiraan Produksi Alkohol, 1977 (x 1000ton)

NO	Negeri	Sintetis	Fermentasi	Jumlah	Proporsi dari etanol sintesis dengan fermentasi
1.	Amerika	588	42	630	93/7
2.	Kanada	168	-	168	Mendekati 100
3.	Inggris	215	39	254	85/15
4.	Prancis	95	226	321	30/70
5.	Jerman	101	82	183	55/45
6.	Lain-lain negara Eropa	-	214	214	-
7.	Jepang	80	110	190	42/58
8.	India	4	340	344	1/99
9.	Brazil	-	525	525	Mendekati 0
10.	Eropa Timur	85	-	85	-
11.	Lain-lain	100	-	100	-
12.	Jumlah	1.436	1.578	3.014	48/52

2.2. Produksi alkohol di Indonesia

Alkohol di Indonesia dilakukan dengan jalan fermentasi dengan bahan baku molase (tetes). Produksi alkohol dari molase dalam tahun 1980 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Produksi alkohol dari molasi dalam tahun 1980 (dalam 10⁶ L)

No.	Pabrik	Kapasitas	Produksi		Jumlah
			Lokal	Ekspor	
1.	P.S.Paliman/XIV (Jawa)	4,5	3,5	-	3,5
2.	P.S.Comal/XV (Jawa)	6,98	3,5	-	3,5
3.	P.S.Jatiroto/XXIV-XXV (Jawa)	4,0	4,0	-	4,0
4.	P.S.Madikusumo	4,0	3,5	-	4,0
5.	P.S.Padaharja (Jawa)	2,0	1,5	-	1,5
6.	P.S.Madusan (Jawa)	4,0	3,5	-	3,5
7.	P.S.Water/ASBAB (Jawa)	16,0	2,6	12,0	14,6
8.	P.S.PermataSakti (Sumatera)	5,0	4,5	-	4,5
9.	P.S.Basis Induia (Sulawesi)	4,0	3,0	-	3,0
10.	P.S.Air Mata Ibu	-	0,9	-	0,9

2.3. Produksi alkohol dengan cara fermentasi

2.3.1. Bahan baku bagi produksi alkohol

Industri kimia dengan proses fermentasi bisa dikatakan mempunyai fleksibilitas tinggi terhadap bahan bakunya. Terdapat banyak variasi bahan baku yang dapat digunakan dalam industri fermentasi. Dan hampir semuanya, bahan baku untuk proses fermentasi, baik secara langsung maupun tidak langsung menggunakan hasil pertanian seperti : tebu, jagung, kentang dan lain-lain

Produksi etanol dengan cara fermentasi bisa diproduksi dari 3 macam karbohidrat, yaitu :

1. Bahan-bahan yang mengandung gula atau disebut juga substansi sakharin yang rasanya manis, seperti misalnya gula tebu, gula bit, molase (tetes), macam-macam sari buah-buahan dan lain-lain. Molase mengandung 50-55% gula yang dapat difermentasi, yang terdiri dari atas 69% sakhrosa dan 30% gula inversi.
2. Bahan yang mengandung pati misalnya: padi-padian, jagung, gandum, kentang sorgum, malt, barley, ubi kayu dan lain-lain.
3. Bahan-bahan yang mengandung selulosa, misalnya: kayu, cairan buangan pabrik pulp dan kertas (waste sulfire liquor)
4. Gas-gas hidrokarbon

Sumber-sumber bahan ini pada negar-negara penghasil alkohol berbeda-beda tergantung pada banyaknya bahan-bahan yang dapat diperoleh di negeri-negeri itu, misalnya :

- Jerman : bahan dasar kentang
- Prancis : bahan dasar gula bit
- Swedia : bahan dasar sulfat pulp
- Indonesia : bahan dasar molase (tetes)

2.3.2. Substansi saknarin sebagai bahan baku

Pada umumnya sebagai media untuk produksi alkohol secara komersial pada industri fermentasi alkohol di Indonesia dipakai tetes (molase) yang bisa didapatkan secara luas dan murah. Tetes merupakan hasil samping dari industri gula yang didapatkan setelah sakhorasanya dikritisasi dan disentrifusi dari sari gula dan tebu.

Proses penguapan dan pengkristalan ini biasanya dilakukan tiga kali sampai tetes tidak lagi ekonomis untuk diperoleh. Sisa tetes/cairan dikenal sebagai "black staf molase" yang merupakan campuran kompleks yang mengandung sakhrosa, gula invert, garam-garam dan bahan-bahan non gula. Di samping sakhrosa, glukosa dan fluktosa yang dapat difermentasi, molase juga mengandung substansi-substansi pereduksi yang tidak dapat difermentasi. Bahan-bahan ini antara lain karamel yang terjadi karena pemanasan gula, melanodin yang mengandung nitrogen dan terdapat pula hidroksi metil furfural, asam fominat dan lain-lain. Bahan yang tidak dapat difermentasi ini bisa mencapai 17% dalam black strap molasse, dan sebesar 5% dalam high test molase. Tetes bersifat asam, mempunyai pH 5,5-0,5 yang disebabkan oleh adanya asam-asam organik bebas.

Kualitas tetes yang dihasilkan dari suatu industri gula dipengaruhi oleh cara pembersihan nirisnya. Bila kurang sempurna, maka kotoran banyaki terdapat dalam tetes. Warna tetes umumnya coklat kemerahan. Hal ini disebabkan antara lain pigmen maladonin, degradasi thermal dan kimiawi dari komponen-komponen selain gula.

2.3.3. Mikroba Fermentasi

Dalam proses fermentasi alkohol digunakan ragi. Ragi ini dapat mengubah glukosa menjadi alkohol dan gas CO₂. Ragi merupakan mikroorganisme bersel satu, tidak berklorofil dan termasuk golongan *eumycetes*. Dari golongan ini dikenal beberapa jenis, antara lain *Saccharomyces anamensis*, *Schizosaccharomyces pombe* dan *Saccharomyces cereviside*. Masing-masing mempunyai kemampuan memproduksi alkohol yang berbeda.

Syarat-syarat yang dipergunakan dalam memilih ragi untuk fermentasi, adalah :

- Cepat berkembang biak
- Tahan terhadap alkohol tinggi
- Tahan terhadap suhu tinggi
- Mempunyai sifat yang stabil
- Cepat mengadakan adaptasi terhadap media yang difermentasi

Untuk memperoleh jenis ragi yang mempunyai sifat-sifat seperti di atas, harus dilakukan percobaan-percobaan di laboratorium dengan teliti. Pada umumnya ragi yang dipakai untuk pembuatan alkohol adalah jenis *Saccharomyces cerevisalae*, yang mempunyai pertumbuhan sempurna pada suhu + 30⁰ C dan pH 4,8.

Ragi menurut kegiatan selama fermentasi terbagi atas dua bagian, yaitu :

- Top yeast (ragi atas)
Ragi yang aktif pada permukaan atas media, yang menghasilkan ethanol dan CO₂ dengan segera. Jenis ini biasanya dijumpai pada industri alkohol dan anggur.
- Bottom Yeast (ragi bawah)
Yeast yang aktif pada bagian bawah. Biasanya industri penghasil bir yang menggunakan ragi bawah ini yang menghasilkan ethanol sedikit dan membutuhkan waktu yang lama untuk kesempurnaan fermentasi.

Dalam kondisi yang normal, top yeast cenderung untuk berokulasi dan memisahkan diri dari larutan, ketika fermentasi berjalan sudah sempurna. Starin ragi yang bervariasi itu berbeda dalam kemampuan berokulasi.

2.4. Faktor-faktor yang mempengaruhi kehidupan ragi

a. Nutrisi (zat gizi)

Dalam kegiatannya ragi memerlukan penambahan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan, misalnya :

- Unsur C : ada pada karbohidrat
- Unsur N : dengan penambahan pupuk yang mengandung nitrogen, ZA, Urea, Anomia, Pepton dan sebagainya.
- Unsur P : penambahan pupuk fosfat dari NPK, TSP, DSp dan lain-lain.
- Mineral-mineral
- Vitamin-vitamin

b. Keasaman (pH)

Untuk fermentasi alkoholis, ragi memerlukan media suasana asam, yaitu antara pH 4,8– 5,0. Pengaturan pH dilakukan penambahan asam sulfat jika substratnya alkalis atau natrium bikarbonat jika substratnya asam.

c. Temperatur

Temperature optimum untuk dan pengembangbiakan adalah 28 – 30°C pada waktu fermentasi, terjadi kenaikan panas, karena ekstrem. Untuk mencegah agar suhu fermentasi tidak naik, perlu pendinginan supaya suhu dipertahankan tetap 28-30°C.

d. Udara

Fermentasi alkohol berlangsung secara anaerobic (tanpa udara). Namun demikian, udara diperlukan pada proses pembibitan sebelum fermentasi, untuk pengembangbiakan ragi sel.

2.5. Proses Pembuatan Alkohol dari Tetes

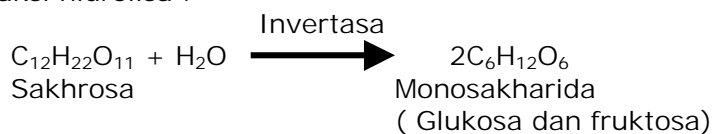
Proses pembuatan alkohol secara industri tergantung bakunya. Bahan yang mengandung gula biasanya tidak atau sedikit saja memerlukan pengolahan pendahuluan. Tetapi bahan-bahan yang mengandung pati atau selulosa harus dihidrolisa terlebih dahulu menjadi gula yang dapat menjadi gula yang dapat difermentasikan.

Pada prinsipnya reaksi dalam proses pembuatan alkohol dengan fermentasi adalah sebagai berikut :

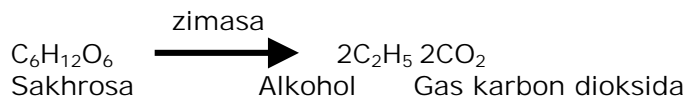


Jika digunakan disakharida seperti sakharosa reaksinya adalah sebagai berikut :

- Reaksi hidrolisa :



- Reaksi fermentasi



Proses fermentasi dari tetes yang meliputi sederhana banyak dikerjakan secara industri. Pada pokoknya, proses ini meliputi pengenceran tetes, pengembangbiakan (peragian) ragi, fermentasi dan distilasi. Tiap ton produksi menghasilkan lebih kurang 190 liter molase. Rata-rata molase mengandung 50 –

55% gula yang dapat difermentasi (terutama sakharosa (70%), glukosa dan fruktosa (30%)). Tipe ton molase dapat menghasilkan 280 liter alkohol.

2.5.1. Tahap –tahap Proses

Pada prinsipnya pembuatan alkohol terbagi dalam tahap–tahap proses sebagai berikut :

1. Pengolahan Tetes

Pengolahan tetes merupakan hal yang penting dalam pembuatan alkohol. Pengolahan ini dimaksudkan untuk mendapatkan kondisi yang optimum untuk pertumbuhan ragi dan untuk selanjutnya. Yang perlu disesuaikan dalam pengolahan ini adalah pH, konsentrasi gula dan pemakaian nutrisi.

Tetes yang dihadapkan dari pabrik gula biasanya masih terlalu pekat (85^o Brix), oleh karena itu perlu diadakan pengenceran lebih dahulu untuk mendapatkan kadar gula yang optimum (12^o Brix untuk pembibitan dan 24^o Brix pada fermentasi).

Pengaturan pH diatur dengan penambahan asam H₂SO₄ hingga dicapai pH 4 – 5. Meskipun tetes cukup mengandung zat sumber nitrogen namun seperti ammonium sulfat atau ammonium fosfat.

2. Sterilisasikan tetes

Untuk mencegah adanya mikroba kontamin hidup pembibitan maupun selama fermentasi, tetes dipasteurisasikan dengan pemanasan memakai uap pada suhu sekitar 75^oC, kemudian diingikan selama 1 jam sampai suhu 30^oC.

Tetes yang telah banyak sedikit steril ini siap dipakai untuk kebutuhan dalam pembibitan atau fermentasikan.

3. Pembangkan (Pembibitan) ragi

Proses ini dimaksudkan untuk memperbanyak sel – sel ragi supaya sejumlah sel ragi banyak sebelum digunakan dalam fermentasi alkohol. Ragi yang digunakan pada fermentasi alkohol sel ragi ini tidak dapat dilakukan secara langsung, tetapi harus dilakukan secara bertahap dengan maksud untuk adaptasi dengan lingkungan.

Mula – mula dilakukan dalam jumlah kecil pada skala laboratorium, kemudian dikembangkan lebih lanjut dalam tangki induk pembibitan. Tangki-tangki tersebut dilengkapi dengan cooler dengan aerobic dengan erasi udara. Tangki-tangki tersebut dilengkapi dengan cooler dengan maksud untuk pengaturan suhu 28 – 30^o selama diinkubasi.

4. Fermentasi

Fermentasi dilakukan dalam tangki fermentasi. Fermentasi dilakukan pada kepekatan tetes baru. pH diatur menjadi 4 – 5.

Untuk terjadinya fermentasi alkohol, maka dibutuhkan kondisi anaerob hingga diharapkan sel ragi dapat melakukan peragian yang akan mengubah tetes yang mengandung gula menjadi alkohol. Pada proses fermentasi ini dapat diserap, maka diperlukan pendinginan untuk menjaga temperature tetap pada ± 30^oC selama proses fermentasi yang berlangsung selama 30 – 40 jam.

Gas CO₂ yang terjadi dalam tangki fermentasi ditampung menjadi satu untuk kemudian direcovery. Alkohol yang ikut aliran gas CO₂ dipisahkan dengan jalan ditangkap oleh air yaitu adanya water scrubber yang diletakkan diatas tangki. Pada akhir fermentasi, kadar alkohol berkisar antara 8 – 10% volume. Hasil fermentasi ini dialirkan ke bak penampung, kemudian dipompa ke bagian distilasi. Cairan hasil fermentasi disebut bir ("beer").

5. Distilasi

Produk hasil fermentasi mengandung alkohol yang rendah, disebut bir (beer) dan sebab itu perlu di naikkan konsentrasinya dengan jalan distilasi bertingkat. Beer mengandung 8 – 10% alkohol.

Maksud dan proses distilasi adalah untuk memisahkan etanol dari campuran etanol air. Untuk larutan yang terdiri dari komponen-komponen yang berbeda nyata suhu didihnya, distilasi merupakan cara yang paling mudah dioperasikan dan juga merupakan cara pemisahan yang secara thermal adalah efisien.

Pada tekanan atmosfer, air mendidih pada 100°C dan etanol mendidih pada sekitar 77°C. perbedaan dalam titik didih inilah yang memungkinkan pemisahan campuran etanol air.

Prinsip : Jika larutan campuran etanol air dipanaskan, maka akan lebih banyak molekul etanol menguap dari pada air. Jika uap-uap ini didinginkan (dikondensasi), maka konsentrasi etanol dalam cairan yang dikondensasikan itu akan lebih tinggi dari pada dalam larutan aslinya. Jika kondensat ini dipanaskan lagi dan kemudian dikondensasikan, maka konsentrasi etanol akan lebih tinggi lagi. Proses ini biasdiulangi terus, sampai sebagian besar dari etanol dikonsentrasikan dalam suatu fasa. Namun hal ini ada batasnya. Pada larutan 96% etanol, didapatkan suatu campuran dengan titik didih yang sama (azeotrop). Pada keadaan ini, jika larutan 96% alkohol ini dipanaskan, maka rasio molekul air dan etanol dalam kondensat akan tetap konstan sama. Jika dengan cara distilasi ini, alcohol tidak bisa lebih pekat dari 96%.

Cara distilasi

Untuk memisahkan alkohol dari campuran dan meningkatkan kadar alkohol, beer perlu didistilasi.

Pada prinsipnya unit distilasi mempunyai 3 jenis kolom, yaitu :

- Kolom "beer" (beer still)
- Kolom "rektifikasi" (rectifying column)
- Kolom pemurnian (purifying column)

Kolom Beer

Dari bak penampung, "beer" dengan kadar alkohol 8–10% dipompakan ke dalam kolom "beer" melalui alat penukar panas (heat exchanger). Di dalam alat ini "beer" akan mengalami pemanasan karena adanya perpindahan panas. Didalam kolom "beer" alkohol dan zat yang mudah menguap lainnya akan dari cairan yang mempunyai titik didih tinggi. Cairan ini merupakan campuran air dan bahan-bahan bergula yang tidak terfermentasi. Cairan ini merupakan limbah yang disebut "stillage" atau "vinasse panas". Kemudian cairan ini dialirkan dari bagian bawah kolom melalui alat penukar panas dengan suhu tertentu untuk selanjutnya dibuang. Stillage ini mengandung protein–protein, sisa–sisa gula, dan dalam keadaan tertentu juga produk–prroduk vitamin. Baik untuk makan ternak.

Kolom rektifikasi

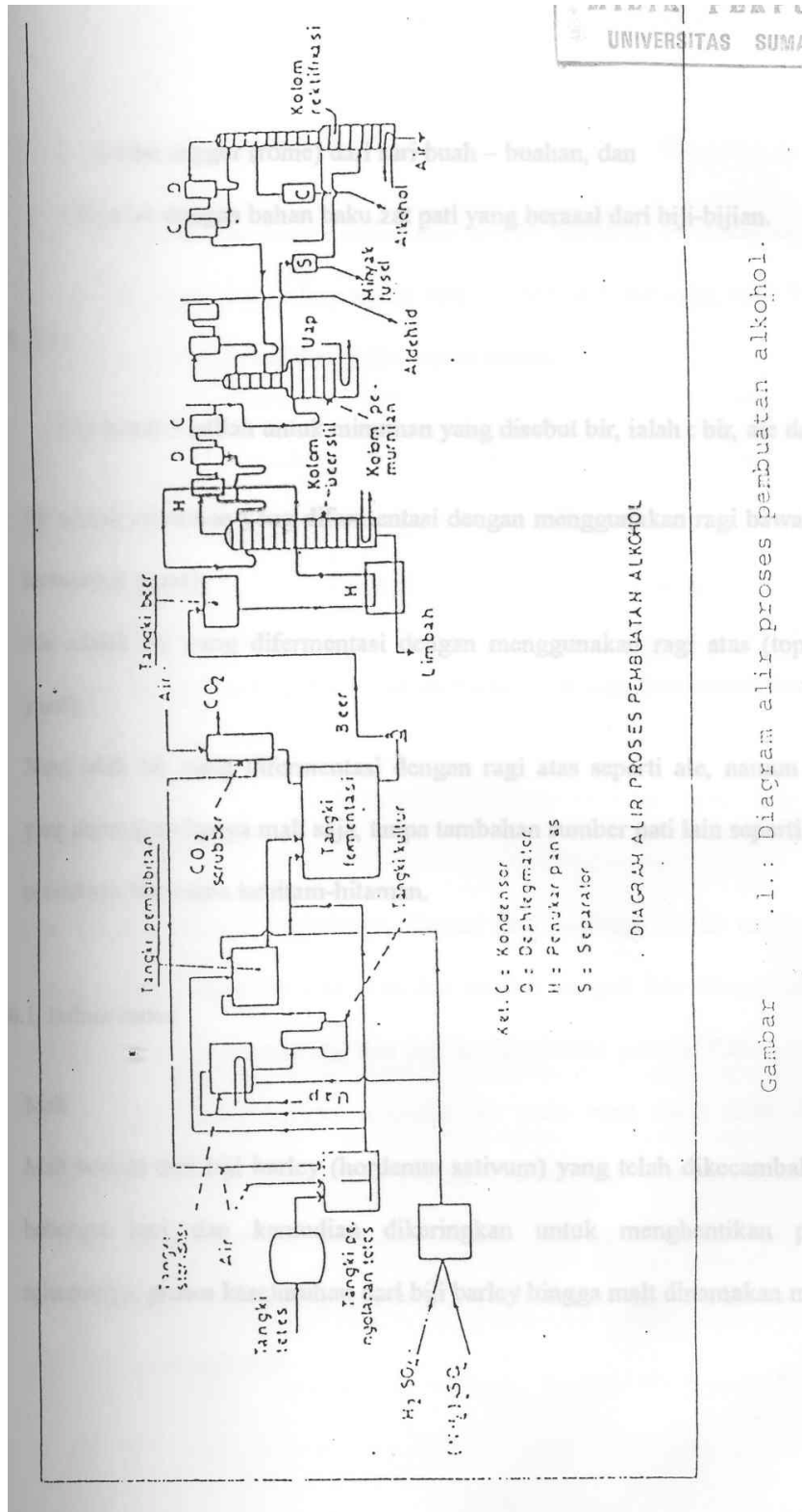
"Kolom pemurnian" (purifying column) berfungsi untuk mempertinggi kualitas alkohol yang dihasilkan. Di dalam kolom ini alkohol dipisahkan dari aldehida dan zat yang mudah menguap lainnya hingga diperoleh alcohol 96% yang biasa dikenal sebagai alkohol teknis. Dalam kondisi ini alkohol absolute harus dilakukan proses dehidrasi di dalam "dehydrating still" dengan penambahan larutan ketiga sebagai pengikat air yang ada dalam campuran azeotrop tersebut.

Diagram alir proses pembuatan alkohol dapat dilihat pada gambar berikut :

Minuman beralkohol

Minuman beralkohol yang dibuat dengan fermentasi dapat dibagi dalam 3 (tiga) tipe :

1. Tipe "mead" yang menggunakan bahan baku madu atau cairan tumbuh-tumbuhan, seperti cairan (lobong) pohon enau.
2. Tipe anggur (rome) dari sari buah-buahan, dan
3. Tipe bir dengan bahan baku zat pati yang berasal dari biji-bijian.



Gambar 1.1: Diagram alir proses pembuatan alkohol.

2.6. Bir

Kita kenal 3 istilah untuk minuman yang disebut bir, ialah: bir, ale dan stout.

1. Bir adalah minuman yang fermentasi dengan menggunakan ragi bawah (bottom fermenting yeast);
2. Ale adalah bir yang difermentasi dengan menggunakan ragi atas (top fermenting yeast);
3. Stout ialah bir yang difermentasi dengan ragi atas seperti ale, namun bahan baku yang digunakan hanya malt saja, tanpa tambahan sumber pati lain seperti jagung, dan produknya berwarna kehitam-hitaman.

2.6.1. Bahan baku

1. Malt
Malt berasal dari biji barley (*hordenun sativum*) yang telah dikecambahkan selama beberapa hari dan kemudian dikeringkan untuk menghentikan pertumbuhan selanjutnya, proses keseluruhan dari biji barley hingga malt dinamakan malting.
2. Hop
Bunga hop berasal dari bunga betina dua spesies humulus, *Humulus lupulus L* dan *humulus Japanicus*. Bunga hop terdiri atas (I) stipular bract yang tidak berguna dan (II) biji bracteole yang melekat pada tangkai utama.
3. Air
4. Bahan baku pati tambahan

Ragi

Ragi yang digunakan untuk fermentasi alkohol adalah *Saccharomyces cerevisiae*.

2.6.2. Proses produksi bir

1. Poses pertama adalah "mashing". Tujuan dari mashing adalah untuk melarutkan sebanyak mungkin zat-zat dari malt dan sumber zat pati lain dengan cara hidrolisa dari zat pati dan polisakarida, dan juga menghidrolisa protein. Caranya ialah mula – mula dengan mencampurkan sejumlah air pada malt yang telah digiling dan kemudian ditambahkan sumber zat pati lain. Kemudian suhu dinaikkan sampai 65 – 70°C dan membiarkan enzim-enzim amilasa (diatas) dari malt menghidrolisa zat pati menjadi gula - gula yang larut dan dekstrin. Proses pengubahan zat pati menjadi gula disebut sakharifikasi. Enzim protease protein menjadi molekul-molekul yang sederhana dan larut. Waktu masing ini ± 1 jam. Kemudian suhu ditingkatkan lagi sampai 75°C untuk menginaktivasi enzim. Material yang tidak larut mengendap.
2. Proses pemisahan. Pemisahan material yang tidak larut dari cairan yang terlarut (yang disebut wort) biasa dilakukan dengan tangkai penyaring yang disebut "lautertub". Kemudian ditambahkan hop pada wort dan dididihkan selama ± 2,5 jam dan kemudian difiltrasi untuk memisahkan endapan-endapan albumin, resin-resin hop, protein.
3. Pendidihan wort. Pendidihan wort dimaksudkan untuk : 1). Mengentalkan wort-wort; 2). Sterilisasi; 3). Inaktifasi enzim; 4). Ekstraksi substans yang larut dari hop 5). Koagulasi protein dan lain – lain substansi; 6). Karamelisasi gula sedikit. Substansi-substansi ekstrak dari hop adalah zat – zat yang pahit, dan resin yang menyebabkan cita rasa khas dari bir.
4. Fermentasi. Ragi-ragi yang digunakan dalam fermentasi bir adalah spesies *saccharomyces cerevisiae*, termasuk strain – strain ragi bawah dan atas. Perbedaan ragi atas dan bawah ini tergantung apakah ragi – ragi itu berpindah ke bagian atas tangki atau mengendap ke bawah tangki pada waktu periode

fermentasi aktif. Untuk produksi bir biasa digunakan ragi bawah. Fermentasi dari wort dilakukan pada suhu 3,3 – 14°C. Fermentasi berakhir pada waktu 8 – 14 hari. PH fermentasi adalah 5.0 - 5.4. pH yang rendah ini akan menghalangi pertumbuhan mikroba lain yang tidak dikehendaki. Setelah fermentasi jadi alkohol dan CO₂, pH akan turun lagi menjadi 4.2 – 4.8. Pada proses fermentasi terjadilah pemecahan gula menjadi alkohol dan CO₂, ditambah sedikit gliserol dan asam asetat.

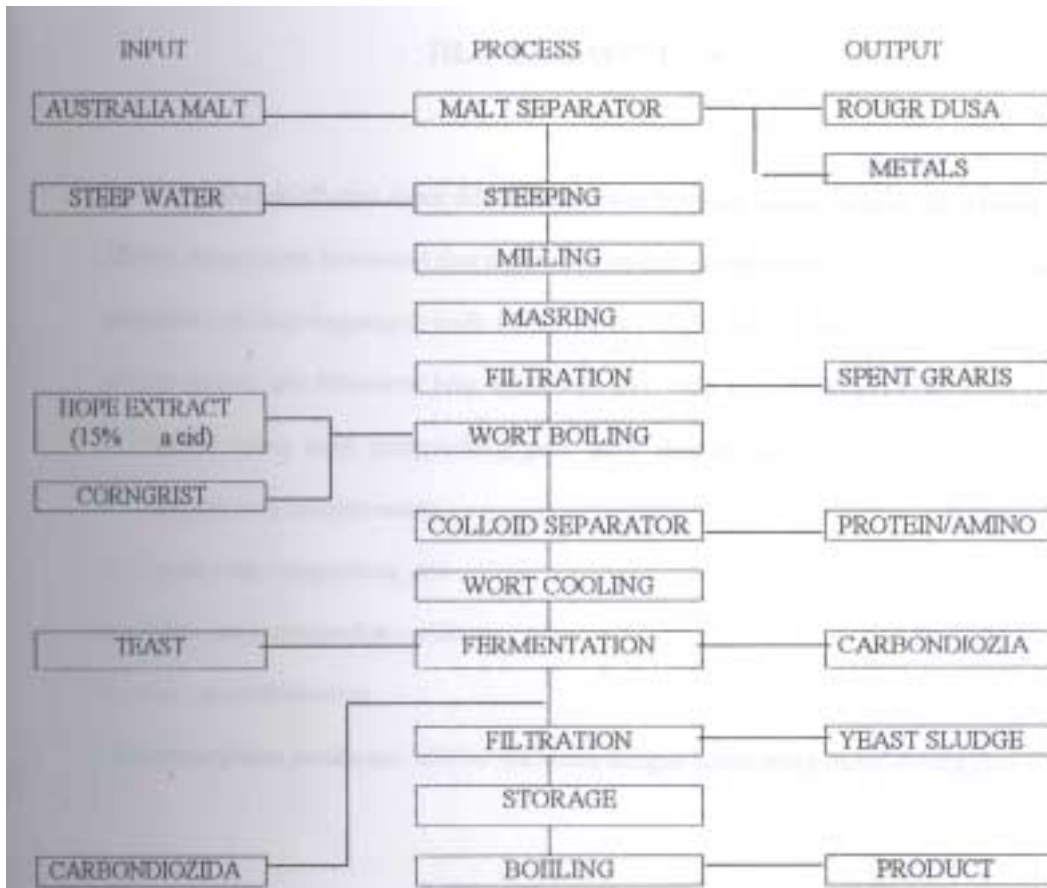


Fermentasi utama berlangsung 4 hari. Wort yang telah mengalami fermentasi ini disebut "bir muda".

Pematangan

Bir muda ini kemudian dimatangkan (aging) dalam bejana – bejana pada suhu sekitar 0°C selama beberapa minggu sampai beberapa bulan. Selama periode ini, terjadi rada dan aroma yang disebabkan oleh timbulnya ester – ester.

Setelah pematangan, dilakukan penyaringan dan pembotolan serta pasteurisasi. Diagram alir proses pembuatan bir dapat dilihat pada Gambar 2.



GAMBAR 2. DIAGRAM ALIR PROSES PEMBUATAN BIR

Pembuatan alkohol dapat dilakukan dengan berbagai proses, antara lain produksi alkohol dengan cara fermentasi dan proses pembuatan alkohol dengan cara fermentasi dan proses pembuatan alkohol dari tetes. Adapun proses pembuatan alkohol tergantung pada bahan baku yang dipakai. Pada proses pembuatan alkohol dengan cara fermentasi bisa diproduksi dari 3 macam karbohidrat yaitu :

1. Bahan-bahan yang mengandung gula atau disebut juga substansi sakharin yang rasanya manis.
2. Bahan yang mengandung pati
3. Bahan yang mengandung selulosa
4. Gas-gas hidrokarbon

Sedangkan proses pembuatan alkohol dari tetes dengan bahan yang mengandung gula.

IV. DAFTAR PUSTAKA

- S.S. Dara. *"A Text Book Of Engineering Chemistry"* first edition, S. Chand dan Company Ltd, Ram Nagar, New Delhi, 1986.
- R. Nooris, Shreeve, *"Chemical Proses Industries"*, Mc Graw Hill Book Co, 1967.
- Lloyd. A. Munro, *"Chemistry In Engineering"*, Prentice Hall, INC, N.J,
- Smith, JM. Dan Van Ness Hc., *"Introduction To Chemical Engineering Thermodynamic"*, 2nd Edition, Mc Graw Hill, Kogakusha Ltd., Tokyo, 1959.