

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Evaporasi

Evaporasi merupakan proses yang bertujuan pemekatkan larutan yang terdiri dari pelarut (solvent) yang mudah menguap dan zat terlarut (solute) yang tidak mudah menguap. Evaporasi merupakan proses pemekatan larutan dengan cara pendidihan atau penguapkan pelarut. Dalam pengolahan hasil pertanian evaporasi bertujuan untuk meningkatkan konsentrasi larutan sebelum dilakukan proses lebih lanjut, memperkecil volume larutan, serta menurunkan aktivitas air (Nuramalia, 2019).

Pada kebanyakan proses evaporasi, pelarutnya menggunakan air. Evaporasi dapat dilakukan dengan menguapkan sebagian dari pelarut sehingga didapatkan larutan zat cair pekat yang konsentrasinya lebih tinggi. Evaporasi tidak sama dengan pengeringan. Dalam evaporasi sisa penguapan merupakan zat cair yang sangat pekat/kental, bukan berupa zat padat. Evaporasi berbeda juga dengan destilasi, karena pada evaporasi uapnya adalah komponen tunggal. Evaporasi berbeda juga dengan kristalisasi, karena evaporasi berfungsi untuk memekatkan larutan bukan untuk membuat zat padat atau Kristal (MC. Cabe, dkk.,1993).

Nuramalia, 2019 menjelaskan di dalam pengolahan hasil pertanian proses evaporasi bertujuan untuk:

1. Meningkatkan viskositas atau konstansi larutan sebelum diproses lebih lanjut.
Contoh pada pengolahan gula diperlukan proses pemekatan nira tebu sebelum dilakukakan proses kristalisasi, spray drying, drum drying dan lain sebagainya.
2. Memperkecil ukuran volume larutan agar dapat menghemat biaya pengepakan, penyimpanan serta transportasi
3. Menurunkan aktivitas kadar air dengan cara meningkatkan konsentrasi solid terlarut sehingga bahan menjadi lebih awet, contohnya pada pembuatan susu kental manis.

Menurut Nuramalia (2019), ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan dan mempengaruhi kecepatan proses evaporasi yaitu:

1. Kecepatan hantaran panas yang diuapkan ke bahan
2. Jumlah panas yang tersedia dalam penguapan
3. Temperatur tertinggi yang dapat dicapai
4. Tekanan dalam alat yang digunakan
5. Perubahan yang mungkin terjadi pada saat proses penguapan.

Beberapa faktor yang berpengaruh pada proses evaporasi menurut Nuramalia (2019), antara lain:

1. Luas permukaan bidang kontak

Semakin luas permukaan pada bidang kontak antara pemanas dengan cairan, maka semakin banyak molekul air yang teruapkan maka proses evaporasi akan semakin cepat.

2. Tekanan

Kenaikkan titik didih akan sebanding dengan kenaikan tekanan. Tekanan dapat dibuat vakum untuk menurunkan titik didih cairan sehingga proses penguapan semakin cepat.

3. Karakteristik zat cair

- a. Konsentrasi

Meskipun cairan yang diumpangkan didalam evaporator cukup encer sehingga beberapa sifat fisiknya sama seperti air, tetapi jika konsentrasinya meningkat, larutan tersebut akan semakin bersifat individual.

- b. Pembentukan busa

Beberapa bahan, terutama zat yang organik berbuisa pada waktu diuapkan. Buisa yang dihasilkan akan ikut keluar evaporator bersama uap.

- c. Kepekaan terhadap suhu

Beberapa bahan kimia, bahan makanan dan bahan kimia farmasi dapat rusak jika dipanaskan pada temperatur yang tinggi dalam waktu yang lama. Dalam mengatur konsentrasi bahan-bahan tersebut diperlukan teknik khusus untuk menurunkan suhu zat cair dan mengurangi waktu pemanasan.

d. Kerak

Beberapa jenis larutan yang dapat menyebabkan pembentukan kerak pada permukaan pemanasan. Hal ini dapat menyebabkan koefisien menyeluruh semakin lama akan semakin berkurang.

Pada proses penguapan, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Kapasitas evaporasi, kapasitas dapat menunjukkan kemampuan dari suatu alat dengan melihat produk atau jumlah hasil kerja yang dihasilkan (Nuramalia 2019).
2. Laju Penguapan merupakan sebagai banyaknya jumlah air yang teruapkan per jam (McCabe, Smith, & Harriot, 1985).
3. Hasil Pemekatan, hasil pemekatan dapat digunakan untuk menilai produk dari evaporasi dengan cara mengukur presentase padatan total pada suatu larutan. padatan total yang paling aman adalah sebanyak 25% (Nuramalia, 2019)

2.2 Evaporator

Evaporator merupakan sebuah alat yang fungsinya mengubah keseluruhan atau sebuah pelarut dari sebuah larutan dari bentuk cair menjadi uap. (Hill M, 2004) Evaporator mempunyai dua prinsip dasar, yaitu untuk menukar panas dan untuk memisahkan uap yang terbentuk dari cairan. Larutan yang sudah dievaporasi bisa saja terdiri dari beberapa komponen volatile (mudah menguap). Evaporator biasanya digunakan dalam industri kimia dan industri makanan. Pada industri kimia, contohnya garam diperoleh dari air asin jenuh (merupakan contoh dari proses pemurnian) dalam evaporator. Evaporator mengubah air menjadi uap, menyisakan residu mineral di dalam evaporator. Uap dikondensasikan menjadi air yang sudah dihilangkan garamnya. Pada sistem pendinginan, efek pendinginan diperoleh dari penyerapan panas oleh cairan pendingin yang menguap dengan cepat (penguapan membutuhkan energi panas). Evaporator juga digunakan untuk memproduksi air minum, memisahkannya dari air laut atau zat kontaminasi lain (Hill M, 2004).

2.2.1 *Stirred, Discontinuous Evaporator*

Evaporator jenis ini digunakan untuk mengiapkan larutan dengan viskositas tinggi atau bahkan pasta atau pulpy. Pemanas dapat dialirkan dalam koil (internal heating) atau melalui jaket pada shell (external heating) (Sattler and Feindt, 1995). Jenis dari evaporator ini digunakan memadatkan larutan atau dengan kata lain yakni untuk memperoleh produk bersifat padat. pemanasannya terdiri dari dua jenis, yakni internal heating dan external heating. Untuk pemanasan internal, pemanas akan dialirkan melalui koil, sementara untuk pemanasan extenal, pemanas akan melalui jaket pada shell.

2.2.2 Perhitungan Desain Tangki Evaporator

1. Perhitungan Volume Tangki

Menurut Petter, 2003. Perhitungan tangki dirancang 80% berisi reaktan dengan safety factor tangki evaporator 20%, perhitungan volume pada tangki menggunakan rumus sebagai berikut.

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 H$$

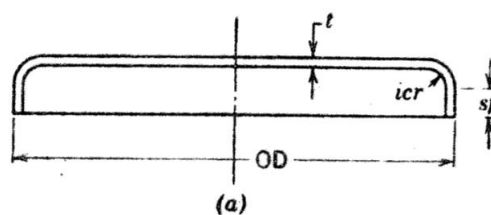
2. Perhitungan Tebal *Shell* (Dinding) Evaporator

Menurut Petter, 2003. Untuk mencari nilai dari Tebal *Shell* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{S \cdot E - 0,6 P} + C$$

3. Perhitungan *Head* Tangki

Stirred, Discontinuous Evaporator ini menggunakan head tangki tipe *Flanged-Only Head* yang digunakan sebagai tutup bejana/tangki silinder horizontal yang beroperasi pada tekanan atmosferik yang mempunyai tekanan uap yang rendah (Brownell and young, 1959).



Gambar 2.1 Flanged – Only head (Brownell and Young, 1959)

Untuk mencari nilai dari *Head* tangki dapat menggunakan persamaan berikut.

$$t_h = \frac{P.rc.W}{S.E - 0,2 P} + C$$

4. Perhitungan Perancangan Pengaduk

Menurut Mc.Cabe, 1993. Perhitungan pengaduk dapat menggunakan persamaan rumus sebagai berikut.

- Diameter Pengaduk (D_a)

$$D_a = \frac{Dt}{3}$$

- Jarak pengaduk dasar tangki

$$E = \frac{Da}{3}$$

- Lebar baffle

$$W = \frac{Dt}{5}$$

- Lebar baffle

$$J = \frac{Dt}{12}$$

- $L = \frac{Dt}{4}$

2.3 Agitator

Agitator atau pengaduk adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menggerakkan bahan baku didalam sebuah tangki atau bejana. Agitator diperlukan untuk menghasilkan pencampuran yang optimal pada bahan sehingga hasil produk yang didapat bagus. Ada beberapa jenis pengaduk yang digunakan pada alat ini yaitu menggunakan agitator jenis dayung (paddle) yang cocok digunakan untuk mengaduk cairan kental. Agitator jenis ini dapat menyapu dan mengeruk sampai ke dasar tangki dengan kecepatan maksimal 800 rpm serta menggunakan agitator jenis jangkar (anchor) yang jenis pengaduk yang dapat disesuaikan dengan kontur permukaan tangki dengan kecepatan maksimal adalah 1000 rpm.

2.4 Nira Aren

Nira aren adalah salah satu sumber bahan pangan dalam pembuatan gula. Pohon aren pada umumnya dijumpai tumbuh secara liar (tidak ditanam orang) Hampir semua bagian dari tanaman aren dapat dimanfaatkan dan mempunyai nilai ekonomi mulai dari bagian-bagian fisik pohon maupun dari hasil-hasil produksinya. Ketersediaan sumberdaya tersebut juga merata di seluruh Indonesia seperti Sumatera Selatan yang memiliki potensi Aren yang cukup besar (Baharuddin, 2007).

Kandungan sukrosa nira aren lebih besar jika dibandingkan kandungan sukrosa dari nira tebu dan nira siwalan. Nira aren mengandung beberapa zat gizi antara lain karbohidrat, protein, lemak dan mineral. Rasa manis dari nira aren disebabkan kandungan karbohidrat totalnya mencapai 11,28%. Komposisi nira aren tergantung pada letak daerah, umur pohon dan umur tangkai bunga yang disadap (Pinaria, 2017). Tabel 2.1 menunjukkan komposisi kandungan kimia nira aren dan Tabel 2.2 menunjukkan komposisi kandungan nira pada beberapa jenis tanaman palma.

Table 2.1 Komposisi kimia nira aren

No	Komponen	Kandungan (%)
1	Karbohidrat :	11,18
	a. Glukosa	3,70
	b. Fruktosa	7,48
2	Protein	0,28
3	Lemak kasar	0,01
4	Abu	0,35
	a. Kalsium (Ca)	0,06
	b. Pospor (P_2O_5)	0,07
5	Vitamin C	0,01
6	Air	89,23

Sumber : Pinaria, 2017

Tabel 2.2 Komposisi nira berbagai jenis tanaman palma

Jenis Tanaman Palma	Kadar Air (%)	Kadar Gula (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar Abu (%)
Aren	88,44	11,28	0,23	0,02	0,03
Lontar	88,78	10,82	0,28	0,02	0,10
Nipah	86,30	13,04	0,21	0,02	0,43
Kelapa	88,40	10,63	0,42	0,17	0,38

Sumber : Pinaria, 2017

2.5 Gula Aren Cair

Gula aren merupakan hasil olahahan dari nira aren cetak yang berbentuk cair. Gula aren cair (sirup aren) adalah produk hasil olahan nira tanaman familia palmae yang berbentuk cair dan sedikit kental. Gula cair aren atau sirup aren dapat diperoleh dari bahan baku nira segar dan nira aren cetak. Gula cair aren dengan bahan baku nira, proses pengolahannya sama dengan proses pembuatan gula merah yaitu nira yang sedang dipanaskan dalam proses pembuatan gula merah diangkat sebelum gula mengkristal, tetapi telah mencapai tahap dimana nira telah mendidih dan berbentuk buih yang meluap-luap berwarna kuning kecoklatan diseluruh permukaan sirup dan buih tersebut semakin lama akan meluap naik (seperti sarang lebah) (Setiawan, 2020).

Substitusi gula kristal baik gula putih maupun gula merah oleh gula cair (liquid sugar) dapat dijadikan langkah penghematan biaya operasi produksi gula. Pada umumnya, gula digunakan oleh masyarakat dengan cara diencerkan terlebih dahulu. Memproduksi gula cair berarti meringkas penggunaan gula sekaligus mengeliminasi kebutuhan energi untuk kristalisasi atau pepadatan. Kemudian, berbagai modifikasi terhadap proses pengolahan gula yang dilakukan dengan tujuan peningkatan efisiensi adalah langkah strategis dalam rangka memproduksi gula yang lebih berkualitas namun hemat. Dengan memproduksi gula cair dengan bahan baku aren yang diperoleh langsung dari petani aren Indonesia, diharapkan pasar gula aren kembali menggeliat, kelangsungan usaha petani tebu lebih

terjamin, dan rendemen gula dalam aren hasil produksi dapat ditingkatkan (Nursafuan, dkk., 2016)

Selain itu, pemasaran gula aren dalam bentuk cair ini akan mempermudah produksi pangan berikutnya. Tidak diperlukan lagi pelarutan gula akan digunakan untuk pemanis berbagai produk minuman dan makanan. Selain ongkos produksi terpangkas karena tidak adanya biaya kristalisasi, pencetakan, atau pemadatan, ongkos produksi juga tereduksi karena tidak ada biaya pengenceran. Dapat dikatakan produksi gula cair ini akan membuat produksi pangan yang menggunakan gula aren sebagai bahan bakunya menjadi lebih efektif dan efisien (Iin, 2011)

Di negeri Jiran Malaysia gula aren cair diproduksi khusus dengan nama Gula Sirup (Arenga Sirup) untuk konsumsi dalam negeri maupun yang diekspor ke Jepang. Perusahaan Pabrik Gula Arenga Sirup di Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia adalah perusahaan patungan dengan investor dari Jepang. Di negeri ini, gula cair aren diproduksi secara khusus dalam skala pabrik, sementara di Indonesia yang notabene memiliki lahan aren yang sangat luas meskipun liar belum terberdayakan secara maksimal. Padahal selain memiliki ketersediaan bahan baku yang cukup melimpah dengan produksi nira yang juga melimpah, dan pasar berupa manusia yang demikian banyak jumlahnya dan tentu saja memiliki kebutuhan terhadap pangan yang cukup besar, maka produksi aren dalam bentuk cair dianggap sangat prospektif. Tinggal siapa yang berani mengembangkannya dan memasarkannya (Iin, 2011)

Menurut Iin (2011), Selain di Malaysia, gula cair juga diproduksi di Meksiko, di sebuah perusahaan pangan bernama Novasep. Dasar pemikiran pembuatan gula cair yang dilakukan oleh Novasep adalah:

1. Kristalisasi dan pemadatan bukan merupakan jalur yang efektif untuk memproduksi gula.
2. Penggunaan gula padat baik dalam bentuk tercetak maupun kristal dalam industri memerlukan penanganan yang cukup banyak, misalnya: pelarutan dalam air, filtrasi, pasteurisasi,

3. Modal dan biaya operasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan gula cair lebih sedikit untuk kapasitas produksi yang sama
4. Kapasitas optimal untuk pabrik gula cair cukup ideal sesuai dengan yang dibutuhkan oleh pasar minuman ringan. Jika kapasitas diperbesar akan cocok untuk industri permen dan gula-gula

Proses ini cocok digunakan untuk memproduksi: Sukrosa cair, sirups Medium invert, 95% sirups invert, sirup Glukosa, sirups Fruktosa, gula spesial seperti fructo-oligosakarida, dan lainnya.

Pertanian dan industri gula aren cair akan menyebabkan pengaruh yang cukup besar, selain pada pertumbuhan ekonomi para petani dan pengrajin aren yang biasa memproduksi skala rumah tangga, efek yang ada juga akan berpengaruh kepada industri pangan yang menggunakan gula aren sebagai bahan baku. Selain itu, ketergantungan terhadap gula impor juga akan menurun sehingga industri gula Indonesia akan kembali sehat bahkan bisa bangkit dan Berjaya lebih dari apa yang bisa kita bayangkan seperti kejayaannya sirup Maple di Kanada (Iin, 2011)

2.6 Uji Kadar Air

Kadar air sangat penting untuk mengetahui mutu suatu produk pangan. Air yang terdapat dalam bentuk bebas pada bahan pangan dapat membantu terjadinya proses kerusakan pangan. Kadar air dalam suatu bahan berperan dalam reaksi kimia, perubahan enzimatik ataupun pertumbuhan mikroorganisme. Hal tersebut terjadi umumnya pada kadar air tinggi dan akan dipengaruhi pula oleh faktor lingkungan seperti pH dan suhu. Kadar air berpengaruh terhadap stabilitas dan kualitas produk secara keseluruhan. Kadar air yang tinggi ditunjukkan dengan tekstur produk basah. Gula sifatnya higroskopis, yakni mudah menyerap air, kadar air yang tinggi akan memudahkan untuk penyerapan air dari udara sehingga daya simpan produk akan lebih pendek.

2.7 Uji Kadar Abu

Analisis kadar abu pada bahan makanan bertujuan untuk mengetahui kandungan mineral yang ada pada bahan yang diuji, menentukan baik tidaknya suatu proses pengolahan, mengetahui jenis bahan yang digunakan,

memperkirakan kandungan bahan utama yang digunakan dalam pembuatan suatu produk, kadar abu juga digunakan sebagai parameter nilai gizi bahan makanan (Sudarmadji dkk, 2007).

Abu adalah residu anorganik dari proses pembakaran atau oksidasi komponen organik bahan pangan. Kadar abu total adalah bagian dari analisis proksimat yang bertujuan untuk mengevaluasi nilai gizi suatu produk/pangan terutama total mineral. Kadar abu dari suatu bahan menunjukkan total mineral yang terkandung dalam bahan tersebut. Mineral itu sendiri terbagi menjadi 4, yaitu: (1) garam organik: garam-garam asam malat, oksalat, asetat, pektat, (2) garam anorganik: garam fosfat, karbonat, klorida, sulfat, nitrat, (3) senyawa kompleks: klorofil-Mg, pektin-Ca, mioglobin-Fe, dan (4) kandungan abu dan komposisinya tergantung macam bahan dan cara pengabuannya (Apriyantono, 1988)

2.7 Uji Kadar Gula Total (Derajat Brix)

Derajat Brix (system $^{\circ}$ Bx) adalah kadar gula dari larutan berair. Satu derajat Brix adalah 1 gram sukrosa dalam 100 gram larutan dan mewakili kekuatan solusi sebagai persentase berat (% b / b). Jika solusi mengandung padatan terlarut selain sukrosa murni , maka $^{\circ}$ Bx hanya mendekati kadar padatan terlarut. Satuan $^{\circ}$ Bx secara tradisional digunakan untuk penentuan gula dalam anggur, gula, jus buah, dan sistem madu. Brix digunakan dalam system makanan untuk mengukur perkiraan jumlah gula (dalam buah-buahan, sayuran, jus, anggur, minuman ringan, dan dalam system manufaktur pati dan gula. Negara yang berbeda menggunakan timbangan dalam system yang berbeda ; dalam pembuatan bir Inggris diukur dengan berat jenis X 1000, bir Eropa menggunakan Plato derajat, dan system AS menggunakan campuran berat jenis, Brix, derajat Baume dan Plato derajat. Untuk jus buah, 1,0 derajat Brix dilambangkan sebagai 1,0 % gula berat. Hal ini biasanya berkorelasi baik dengan manis yang dirasakan (Misto, 2015).

