

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Daun *Mulberry*, (2) Permen, (3) Sukrosa, (4) Glukosa, (5) Pengeringan, (6) Ekstraksi, (7) Spektrofotometer, dan (8) *Design Expert* Metoda *D-Optimal*.

1. Daun *Mulberry*

Tanaman *mulberry* dapat tumbuh mulai dari daerah dingin hingga daerah yang panas. Tanaman *mulberry* sangat cocok ditanam pada lahan terbuka karena membutuhkan banyak cahaya untuk dapat tumbuh baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi. Ketinggian yang optimum untuk tanaman *mulberry* yaitu 400-700 m diatas permukaan laut. (Atmosoedarjo *et al.*, 2000).

Mulberry banyak mempunyai nama lokal yaitu Kerta, kitau (Sumatra); murbai, besaran (Jawa Tengah, Jawa Timur dan Bali), gertu (Sulawesi), kitaoc (Sumatra Selatan), kitau (Lampung), mourbei (Belanda), *mulberry* (Inggris), gelsa (Italia) dan murles (Perancis). Tanaman *mulberry* diklasifikasikan sebagai berikut (Samsijah, 1992).

Divisi : Spermatophyta

Sub divisi : Angiospermae

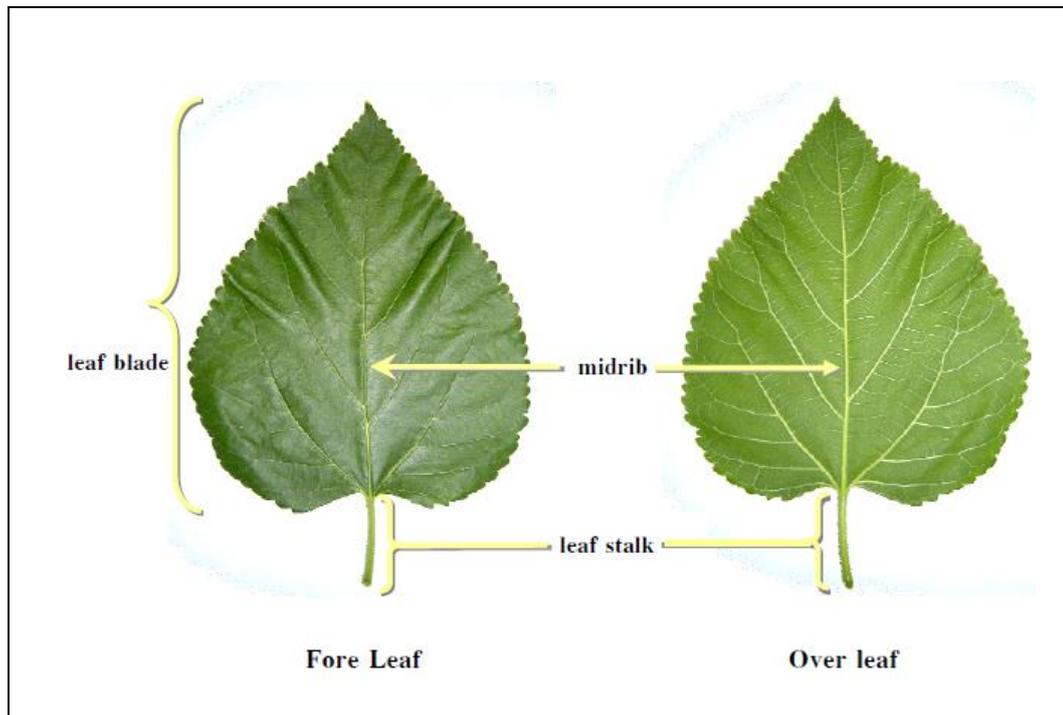
Kelas : Dicotyledone

Ordo : Urticales

Famili : Moraceae

Genus : *Morus*

Spesies : *Morus* sp



Gambar 1. Penampang Daun *Mulberry*

Beberapa jenis tanaman *mulberry* yang telah dikenal sangat banyak. Penggolongan jenis tanaman *mulberry* ke dalam spesies, sub spesies/varietas dilakukan berdasarkan struktur bunga, daun dan cabang. Sebagai perbandingan, di Jepang pada saat ini tercatat terdapat lebih dari 1.000 varietas *mulberry*, dari jumlah tersebut terdapat lebih kurang 10 varietas saja yang populer dan banyak digunakan petani sutera. Di Indonesia sendiri terdapat berbagai macam jenis tanaman *mulberry*, namun yang banyak ditanam oleh petani sebanyak 6 varietas *mulberry* saja. Varietas *mulberry* tersebut antara lain :

1. *Morus nigra*

Morus nigra Dikenal dengan nama “murbei hitam”. Berupa perdu yang dapat mencapai ketinggian sampai 1,5 meter. Warna batang hijau kecoklat-coklatan, adakalanya coklat hitam jika sudah tua. Bentuk daun lonjong dan ujungnya lancip, dengan panjang antara 5 – 10 cm atau lebih, tergantung dari

daerah tumbuhnya. Daun berwarna hijau tua dengan permukaan halus dan adakalanya bercelah/berlekuk dalam. *Morus nigra* memiliki cabang yang banyak. Stek yang berusia 9 – 12 bulan mempunyai 10 cabang atau lebih apalagi jika sudah dipangkas. Jarak antar mata \pm 6 cm. Buah berwarna merah jambu, ketika masih muda, dan berwarna hitam apabila telah berumur tua. Bunga dan buah akan banyak apabila tanaman telah mencapai umur lebih dari 8 bulan (langsung dari stek) atau lebih dari 2 bulan setelah pemangkasan (Departemen Kehutanan, 2007).

2. *Morus alba*

Morus alba dikenal dengan nama “Murbei buah”, karena pada umumnya ditanam untuk diambil buahnya. Sifat yang sangat mencolok dari jenis ini adalah tentang buku atau ruas batangnya yang pendek-pendek dan pertumbuhannya yang tidak ke atas melainkan ke samping. Bentuk daunnya seperti jenis *Nigra*, atau *Australis* tetapi lebih kecil lagi. Tinggi pohon mampu mencapai 1,5 meter apabila tumbuh di daerah dingin dengan cabang yang banyak. Tanaman ini mempunyai daun berwarna coklat tua dan berukuran kecil. Kandungan air cenderung lebih rendah dibanding jenis *mulberry* yang berdaun lebar. Jenis ini memiliki ujung ranting muda berwarna sedikit merah, tangkai yang berumur satu tahun berwarna coklat, batang lurus, percabangan mulai keluar atau tumbuh pada bagian tengah dari batang utama. Panjang buku 7-8 cm (Departemen Kehutanan, 2007).

3. *Morus australis*

Morus australis dikenal dengan nama “Murbei pagar” atau “Murbei kecil”, mengingat sering ditanam sebagai pagar dan daunnya kecil-kecil. Sifat hidupnya hampir sama dengan *Morus nigra*, hanya batangnya berwarna coklat

kekuning-kuningan dan dapat mencapai ketinggian sampai 3 – 5 meter, berupa pohon. Apabila telah berumur 10 tahun lebih, dari satu batang dapat tumbuh sampai 50 cabang yang lebat dengan daun, sehingga setiap musim (3 – 4 bulan sekali) dari satu pohon yang sudah tua bisa didapat 200 – 400 Kg daun. Sekarang banyak ditanam sebagai batang bawah, yang bagian atasnya disambung dengan okulasi, dengan jenis Nigra atau Multicaulis. Hal ini disebabkan oleh daya tumbuhnya, yang besar dan kuat dan tahan terhadap pergantian musim atau cuaca dan penyakit (Departemen Kehutanan, 2007).

4. *Morus cathayana*

Morus cathayana memiliki bentuk daun 3 skepsis dengan ketebalan daun tipis berwarna hijau muda. Percabangan berwarna coklat tua berukuran sedang, perakarannya baik dan dalam. Pertumbuhan batang lurus ke atas dengan sedikit percabangan, cabang mulai tumbuh pada bagian tengah dari cabang utama. Ketahanan terhadap musim kemarau cukup kuat, demikian pula ketahanan terhadap serangan penyakit. Daun tanaman *mulberry M. Cathayana* mempunyai beberapa keunggulan antara lain koefisien cerna yang tinggi serta memberikan kualitas kokon terbaik, palatabilitas dan pencernaan daun *mulberry* ini lebih bagus dibandingkan jenis lainnya. Jenis ini memiliki ujung ranting berwarna muda sedikit merah, tangkai daun muda sedikit berwarna merah. Batang berumur satu tahun berwarna sedikit coklat, bentuk pertumbuhan batang lurus serta daun berwarna hijau tua dan lebar (Departemen Kehutanan, 2007).

e. *Morus multicaulis*

Morus multicaulis dikenal dengan nama “murbei multi” atau “murbei besar”. Berupa perdu yang cepat besar dan tinggi. Warna batang coklat, atau coklat kehijau-hijauan. Daunnya sangat besar, membulat dan permukaannya bergelombang, sedangkan penggiran daun bergerigi. Cabang tidak banyak, jumlah cabang 2 – 4 cabang. Setiap cabang cepat memanjang dan membesar. Buahnya berwarna merah, yang keluar pada waktu stek ditanam atau batang baru dipangkas. Buah jarang didapat pada cabang atas. Pada saat ini *Morus multicaulis* banyak ditanam untuk makanan ulat, karena bentuk daunnya yang besar dan kecepatan tumbuhnya. Tetapi sangat disayangkan bahwa pucuk-pucuknya mudah dan cepat sekali diserang hama serangga atau penyakit bakteri, virus dan jamur sehingga bentuknya menggulung dan rusak (Departemen Kehutanan, 2007).

M. multicaulis mempunyai daun berwarna hijau muda dan lebar, ukuran daun besar, kaku dan permukaan daun kasar serta bergelombang. Memiliki ujung ranting muda tidak berwarna merah, tangkai daun muda tidak berwarna merah. Batang yang berumur satu tahun berwarna coklat keputihan, bentuk percabangan lurus atau melengkung, cabang keluar dari bagian tengah, dan buku sedikit panjang (Departemen Kehutanan, 2007).

f. *Morus macroua*

Ciri morfologis jenis ini adalah percabangan tegak lurus dengan jumlah cabang tidak terlalu banyak. Cabang berwarna putih kehijauan dan ujung melengkung ke atas. Dari jenis-jenis di atas, perlu diketahui bahwa *M. alba* dan *M. cathayana* mempunyai produksi daun yang lebih tinggi dibanding *M. nigra* dan

M. australis. Akan tetapi *M. alba* dan *M. cathayana* daya pertumbuhan akarnya rendah dan sangat rentan dari serangan hama dan penyakit jika dibandingkan *M. nigra* dan *M. australis*. *M. multicaulis*, *M. alba* dan *M. cathayana* mempunyai sifat pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan *M. nigra*, tetapi *M. multicaulis* presentase tumbuh steknya sangat rendah. Oleh karena itu jenis yang dianjurkan untuk ditanam oleh petani adalah *M.alba* dan *M. cathayana* (Departemen Kehutanan, 2007).



Gambar 2. Varietas Daun *Mulberry*

Daun *mulberry* dapat dipanen sepanjang tahun karena tidak mengalami masa istirahat. Tanaman *mulberry* dapat tumbuh baik di daerah tropis. Hal tersebut menunjukkan bahwa tanaman *mulberry* dapat dibudidayakan di Indonesia. Daun *mulberry* memiliki potensi produksi mencapai 19 ton BK/ha/tahun (Boschini, 2002). Daun *mulberry* juga mempunyai kandungan PK yang cukup tinggi yaitu sekitar 18-28 % (Machii, 2000) dan mengandung serat kasar yang rendah sekitar 10,57% (Ekastuti, 1996). Daun *mulberry* mengandung

asam askorbat, asam folat, karoten, vitamin B1, pro vitamin D, mineral Si, Fe, Al, Ca, P, K, dan Mg (Singh, 2002).

Ekstrak ethanol daun *mulberry* mengandung quersetin dan anthosianin. Kedua macam senyawa tersebut termasuk dalam kelompok glikosida flavonoid. Glikosida flavonoid merupakan senyawa fenol yang berperan sebagai koagulator protein (Dwidjoseputro, 1994).

Ekstrak daun *mulberry* dari pengeringan metode oven (50°C) (40,96 mg / 100g berat kering) memiliki kandungan total flavonoid tertinggi, diikuti dengan pengeringan matahari (37,99 mg / berat kering 100g), pengeringan beku (36,14 mg / berat kering 100g), dan pengeringan metode oven (80°C) (28,09 mg / berat kering 100g) (Butkhup, 2007).

Daun *mulberry* terdapat deoxynojirimycins (DNJ). Deoxynojirimycins (DNJ) pertama kali diisolasi dari akar tanaman *mulberry* pada tahun 1976 dan diberi nama *moroline*. Senyawa ini ditemukan terdapat pada tanaman *mulberry* sebanyak 0,24% (Oku *et.al.*, 2006) dan DNJ diketahui dapat menekan kadar glukosa darah, sehingga dapat mencegah diabetes (Kimura *et al.*, 2004). Senyawa deoxynojirimycins (DNJ) merupakan kumpulan stereokimia dari monosakarida yang memiliki potensi menghambat ceramid glukosyltransferase dan (α , β) glukosidase secara spesifik. DNJ digunakan untuk mengurangi sintesa substrat glikolipid (Mellor *et.al*, 2002). Penghambatan kerja enzim α -glukosidase dengan N-butyl DNJ, menyebabkan tidak terjadi interaksi glikoprotein dengan retikulum endoplasmik dan pembentukan glikoprotein. Menurut Oku *et al.* (2006) derivat DNJ berupa D-glukose mampu menghambat α -glukosidase usus dan α -

glukosidase pankreas, sehingga DNJ dapat menghambat pembentukan oligosakarida. Komponen penghambat tersebut tersebar dalam daun dan akar *mulberry*.

Daun *mulberry* (*Morus alba*, L) telah digunakan sebagai obat tradisional, sebagai anti penyakit diabetes dan anti hyperglycemic (Yatsunami, 2003). Komponen daun *mulberry* seperti DNJ, α -arylbenzofuran alkaloid menghambat aktivitas α -glukosidase dalam usus kecil dan juga mencegah hidrolisis disakarida (Yatsunami *et al.*, 2003).

Tabel 1. Karakteristik Kimia Daun *Mulberry* Segar (% berat kering)

Varietas	Theaflavin	Tanin	Kafein
Kanava	0,0690	0,229	0,683
M. multicaulis	0,0555	0,451	0,465
Camellia	0,32	15	1,15

(Mitscher dan Dolby, 1998)

2.2. Permen (*Candy*)

Permen atau *candy* (bahasa Inggris) berasal dari Arab yaitu *quan* yang berarti gula. Penamaan mengacu pada komponen utama permen adalah gula yang diberi citarasa dan dapat dicetak menurut bentuk-bentuk yang diinginkan (Hidayat, 2004). Menurut Martin (1995), berdasarkan komposisi bahan bakunya, permen dibagi dalam 3 kelompok, yaitu : 1) permen yang hanya terbuat dari gula dengan atau tanpa penambahan flavor atau warna, misalnya *hard candy*, 2) permen yang terbuat dari sebagian besar bahannya berasal dari gula dengan modifikasi bahan lain kurang lebih 5% misalnya pektin jeli, *marshmallow*, dan *nougats*, dan 3) permen yang terbuat dari bukan gula lebih besar dibandingkan dengan bahan gula misalnya jeli pati, coklat, *caramel*, dan *fudge*.

Menurut Alkonis (1979), kembang gula dibagi menjadi 3 golongan :

1. Kembang gula keras (*hard candy*) antara lain : *sponge candy*, *graided mint*, dan *pure sugar candy*.
2. Permen gula kenyal (*chew candy*) antara lain : *caramel*, *nougat*, *taffy*, dan permen jeli.
3. Kembang gula lunak (*soft candy*) antara lain : *cream* dan *fudge*.

Berdasarkan SNI 547.1:2008 kembang gula keras (*hard candy*) merupakan jenis makanan selingan berbentuk padat, dibuat dari gula atau campuran dengan pemanis lain, dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan (BTP) yang diijinkan, bertekstur keras, tidak menjadi lunak jika dikunyah. Bahan baku utama adalah gula.

Perbedaan tekstur pada kembang gula tersebut disebabkan oleh perbedaan komposisi dan jenis bahan, cara membuat, serta kadar air pada kembang gula tersebut. Kembang gula keras ialah jenis makanan selingan berbentuk padat, dibuat dari gula atau campuran dengan pemanis lain, dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan (BTP) yang diizinkan, bertekstur keras, tidak menjadi lunak jika dikunyah.

Permen pada umumnya dibagi menjadi dua kelas, yaitu permen kristalin (krim) dan permen non-kristalin (*amorphous*). Permen kristalin biasanya mempunyai rasa yang khas dan apabila dimakan terdapat rasa krim yang mencolok. Contoh dari permen ini adalah *ondants*, *fudge*, *penuche*, dan *divinity*. Sedangkan permen non-kristalin (*amorphous*) terkenal dengan sebutan *without form*. Setelah dimasak permen akan menjadi kasar tanpa pembentukan kristal dan

susah untuk dibentuk lebih lanjut, kecuali dengan alat atau mesin. Pada pembuatan permen ini harus dihindari terjadinya pembentukan kristal. Contoh permen jenis ini adalah *caramels, butterscoth, hard candy, lollypop, marsmallow*, dan *gum drops* (Martin, 1995).

Tabel 2. Jenis-Jenis Permen

Tekstur Contoh	Tekstur Contoh
Permen yang mengkristal Kristal besar Kristal kecil	<i>Rock candy</i> <i>Fondant, Fudge</i>
Permen yang tidak mengkristal <i>Hard candy</i> <i>Brittles</i> <i>Chewy candy</i> <i>Gummy candy</i>	<i>Szour balls, Butterscoth</i> <i>Peanut brittle</i> <i>Caramel, Taffy</i> <i>Marshmallo, Jellies, Gumdrops</i>

Hard candy merupakan salah satu permen non-kristalin yang memiliki tekstur keras, penampakan mengkilat dan bening. Bahan utama dalam pembuatan permen jenis ini adalah sakarosa, air, dan sirup glukosa, sedangkan bahan tambahannya adalah flavor, pewarna, dan zat pengasam. Hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan sakarosa sebagai bahan utama pembuatan permen adalah kelarutannya (Martin, 1995).

Permen yang menggunakan sakarosa murni mudah mengalami kristalisasi. Pada suhu 120°C hanya 66,7% sakarosa murni yang dapat larut. Bila larutan sakarosa 80% dimasak hingga 109,6°C dan kemudian didinginkan hingga 20°C, 66,7% sakarosa akan terlarut dan 13,3% terdispersi. Bagian sakarosa yang terdispersi ini akan menyebabkan kristalisasi pada produk akhir. Oleh karena itu perlu digunakan bahan lain untuk meningkatkan kelarutan dan menghambat kristalisasi, misalnya sirup glukosa dan gula invert (Martin, 1995).

Menurut Martin (1995), *High Boiled Sweet (Hard Candy)* adalah permen yang mempunyai tekstur yang keras, penampakan yang jernih dan biasanya terdiri dari komponen dasar sakarosa dan sirup glukosa serta bahan-bahan lain yang dapat ditambahkan untuk memberikan rasa dan penampakan yang lebih baik. *High boiled sweet* pada dasarnya adalah merupakan campuran dari gula, sirup glukosa, gula invert, air, flavor, dan pewarna. Komponen utama yang digunakan di dalam industri konfeksioneri adalah gula pasir (sakarosa). Syarat mutu permen keras atau kembang gula dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Syarat Mutu Permen Keras *Hard Candy*

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		
1.1.	Bau	-	Normal
1.2.	Rasa	-	Normal (Sesuai label)
2.	Kadar air	% fraksi massa	Maks. 3,5
3.	Kadar abu	% fraksi massa	Maks. 2,0
4.	Gula reduksi (dihitung sebagai gula inversi)	% fraksi massa	Maks. 24
5.	Sakarosa	% fraksi massa	Min. 35
6.	Cemaran logam		
6.1.	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 2,0
6.2.	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 2,0
6.3.	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40
6.4.	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03
7.	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 1,0
8.	Cemaran mikroba		
8.1.	Angka lempengan total	Koloni/g	Maks. 5×10^2
8.2.	Bakteri <i>coliform</i>	APM/g	Maks. 20
8.3.	<i>E. coli</i>	APM/g	< 3
8.4.	<i>Staphylococcus aureus</i>	Koloni/g	Maks. 1×10^2
8.5.	<i>Salmonella</i>	-	Negatif/25g
8.6.	Kapang/khamir	Koloni/g	Maks. 1×10^2

SNI 547.1:2008

Hard Candy dengan kandungan total solid sebanyak 97% memberikan tekstur yang baik dan memberikan umur simpan yang optimal. Akan tetapi, jika

semua hanya terdiri dari sakarosa, akan menjadi lewat jenuh, sehingga karbohidrat ini menjadi tidak stabil. Masalah ini dapat diatasi menggunakan campuran sakarosa dan sirup glukosa. Sirup glukosa yang digunakan dapat meningkatkan viskositas dari permen sehingga permen tetap tidak lengket dan mengurangi migrasi molekul karbohidrat. Permen yang jernih dapat dihasilkan dengan kandungan air yang rendah dan penambahan sirup glukosa yang akan mempertahankan viskositas tinggi. Selain gula sebagai bahan dasar, isomalt, lactitol, maltitol, atau hidrolisat pati yang terhidrogenasi dapat pula digunakan sebagai substitusi (Martin, 1995).

Suhu yang digunakan untuk membuat permen agar kadar air mencapai kira-kira 3 persen adalah 150°C sehingga menghasilkan kandungan air yang rendah (1 – 3%), membentuk *supersaturated non crystalline solution* yang menghasilkan “*glassy* tekstur” bentuknya menyerupai glass yang bening dan tekstur yang keras, serta memiliki kelembaban relatif dibawah 30%. Hal ini menyebabkan cenderung mudah menyerap uap air dari sekitar, sehingga dibutuhkan bahan kemasan. Dengan spesifikasi yang pas agar permen tidak mudah basah dan lengket. Teknik membuat permen dengan daya tahan yang memuaskan terletak pada pembuatan produk dengan kadar air minimum dan dengan sedikit saja kecenderungan untuk mengkristal. Demi menghasilkan permen dengan penampilan yang menarik maka pada proses pembuatannya diusahakan sedikit saja kecenderungan untuk mengkristal, apalagi terjadi kristalisasi pada produk permen akan berakibat mengurangi penampilan yang jernih seperti kaca, dan membentuk masa yang kabur. Kekurangan ini disebut

graining, dan mengakibatkan penampilan yang kurang memuaskan sehingga terasa kasar pada lidah jika permen tersebut dikunyah. Kristalisasi akan terjadi secara spontan tetapi dapat dicegah dengan menggunakan bahan-bahan termasuk sirup glukosa dan gula invert yang tidak mengkristal, tetapi sangat menghambat terjadinya kristalisasi pada permen (Buckle, *et al.*, 1987).

Masalah yang dapat terjadi pada *hard candy* adalah *stickiness* dan *graining*. *Stickiness* terjadi karena meningkatnya kadar air pada permen sehingga permen lebih bersifat higroskopis. Masalah ini dapat diatasi menggunakan sakarosa dan sirup glukosa. Akan tetapi, rasio antara sakarosa dan sirup glukosa perlu disesuaikan karena kesalahan rasio kedua bahan tersebut dapat menyebabkan *graining* (mengkristal). Penyimpanan pada suhu dan RH (*relative humidity*) yang tinggi (di atas 45%) juga dapat menimbulkan masalah lengketan dan *graining*, karena permen menyerap air, sehingga RH penyimpanan harus dijaga agar tidak lebih dari 45%. *Hard candy* diharapkan tidak lengket atau tidak mengkristal ketika diterima oleh konsumen (Martin, 1995).

Perbandingan komposisi pemanis sangat menentukan tingkat kekerasan dan kemanisan dari permen. Komposisi sukrosa yang terlalu tinggi menghasilkan permen yang keras. Demikian sebaliknya, komposisi sukrosa yang terlalu tinggi menghasilkan permen yang lunak.

2.3. Sukrosa

Sukrosa adalah oligosakarida yang mempunyai peran penting dalam pengolahan makanan dan banyak terdapat pada tebu. Untuk industri-industri makanan biasa digunakan sukrosa dalam bentuk kristal halus atau kasar, dan

dalam jumlah yang banyak dipergunakan dalam bentuk cairan sukrosa (sirup). Pada pembuatan sirup, gula pasir (sukrosa) dilarutkan dalam air dan dipanaskan, sebagian sukrosa akan terurai menjadi glukosa dan fruktosa, yang disebut gula invert (Winarno, 2008).

Sukrosa merupakan polimer dari molekul glukosa dan fruktosa melalui ikatan glikosidik yang mempunyai peranan yang penting dalam pengolahan makanan. Oligosakarida ini banyak terdapat pada tebu, bit, siwalan dan kepala kopyor. Biasanya gula ini digunakan dalam bentuk kristal halus atau kasar (Winarno, 2008). Penggunaan sukrosa dalam pembuatan *hard candy* umumnya sebanyak 50-70 % dari berat total. Hasil penelitian Wahyuni (1998) menunjukkan bahwa peningkatan kadar sukrosa akan meningkatkan kekentalannya. Untuk pembuatan *hard candy* dapat digunakan sukrosa dalam bentuk granular atau gula cair. Agar dihasilkan permen dengan kejernihan yang baik atau penampakan mirip air, dibutuhkan gula dengan tingkat kemurnian yang tinggi dan rendah kandungan abunya. Kandungan abu yang tinggi menyebabkan peningkatan inverse, pewarnaan dan pembusaan selama pemasakan sehingga memperbanyak gelembung udara yang terperangkap dalam massa gula

Sukrosa juga dikenal dengan gula meja, terdapat terutama dalam gula tebu. Hidrolisis sukrosa menghasilkan D-glukosa dan D-fruktosa yang sama banyak. Sukrosa sangat mudah larut pada rentang suhu yang lebar. Sifat ini menjadikan sukrosa bahan yang sangat baik untuk sirup dan makanan lain yang mengandung gula (deMan, 1989).

Penambahan sukrosa dalam pembuatan produk makanan berfungsi untuk memberikan rasa manis, dan dapat pula sebagai pengawet, yaitu dalam konsentrasi tinggi menghambat pertumbuhan mikroorganisme dengan cara menurunkan aktivitas air dari bahan pangan. Faktor utama yang mempengaruhi mutu sukrosa adalah pemanasan. Penggunaan teknik konsentrasi hampa udara dalam proses penggilingan dan pemurnian mengurangi inversi sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa, juga mengurangi pembentukan warna gelap oleh proses karamelisasi. Inversi sukrosa menyebabkan berkurangnya hasil dan kadar air yang tinggi pada produk akhir (Buckle, *et al.*, 1987).

Sukrosa memiliki sifat-sifat diantaranya yakni kenampakan dan kelarutan, semua gula berwarna putih, membentuk kristal yang larut dalam air, rasa manis, semua gula berasa manis, tetapi rasa manisnya tidak sama, hidrolisis, disakarida mengalami proses hidrolisis menghasilkan moosakarida. Hidrolisis sukrosa juga dikenal sebagai inversi sukrosa dan hasilnya berupa campuran glukosa dan fruktosa disebut “gula invert”. Inversi dapat dilakukan baik dengan memanaskan sukrosa bersama asam atau dengan menambahkan enzim invertase, jika terkena panas akan mengalami karamelisasi.

2.4. Glukosa

Sirup glukosa adalah cairan gula kental yang diperoleh dari pati. Sirup glukosa digunakan dalam industri permen, selai dan pengalengan buah - buahan. Fungsi sirup glukosa dalam pembuatan permen agar dapat meningkatkan viskositas dari permen sehingga tidak lengket. Penggunaan sirup glukosa ternyata dapat mencegah kerusakan pada permen (Hidayat dan Ikarisztiana, 2004).

Sirup glukosa berfungsi memperlunak hasil atau hasilnya halus sehingga permen yang dihasilkan tidak terlalu keras, selain itu juga berfungsi mencegah pengkristalan sukrosa atau gula. Penggunaan sirup glukosa dalam pembuatan permen adalah seimbang dengan jumlah gula yang dipergunakan. Penambahan sirup glukosa dalam kadar tinggi akan menyerap dan mengikat air sehingga mikroba tidak bebas menggunakan air untuk tumbuh pada produk yang ditumbuhkan (Minarni, 1996).

Sirup glukosa dibuat dari hidrolisis asam atau enzimatis pati. Namun umumnya glukosa dibuat dengan menggunakan bahan baku tepung jagung atau tepung singkong. Sirup glukosa merupakan suatu substansi kompleks yang terdiri dari dekstrin, maltosa, dekstrosa, dan berbagai oligosakarida, mempunyai sifat viskous dan tidak berwarna. Perbandingan jumlah sirup glukosa dengan sukrosa yang digunakan dalam pembuatan kembang gula sangat menentukan tekstur yang terbentuk Adapun sifat-sifat dari sirup glukosa antara lain adalah :

1. Kemanisan, kemanisan sirup glukosa jika dirasa pada larutan yang diencerkan dengan air sedikit lebih rendah dibandingkan sukrosa pada konsentrasi yang sama.
2. Viskositas, viskositas dari sirup glukosa sangat penting dalam pembuatan aneka produk kembang gula karena pengaruhnya dalam massa gula semasa proses, penghilangan air, penyimpanan, dan daya tahan. Viskositas yang tinggi menyebabkan migrasi molekul sukrosa yang lambat dalam menghambat *graining* yang diberi sirup glukosa dan gum memberikan ketahanan terhadap

aliran udara dingin, dan perubahan bentuk selama pemotongan, pengemasan/pembungkusan, dan penyimpanan.

3. Pencegahan *graining*, semua sirup glukosa berfungsi untuk mengontrol kristalisasi sukrosa didalam *high boiled sweet*. Pada dasarnya larutan sukrosa dengan kejenuhan yang tinggi akan mengakibatkan rekristalisasi selama produksi dan selama penyimpanan. Untuk mencegah ini ditambahkan inhibitor (yang disebut doctor seperti sirup glukosa). Rekristalisasi akan terus berlanjut menghasilkan *graining*. Sebab kadar air yang rendah sekali dan viskositas tinggi yang dihasilkan, maka *graining* akan berlangsung sangat lambat dibawah kondisi penyimpanan yang ideal.
4. Higroskopik, hubungan diantara produk makanan dan lingkungan adalah penting untuk daya tahan produk. Faktor pengontrol adalah ERH (*Equidrium Relatif Humidity*) dari produk. Jika ERH rendah maka produk akan menarik air dan menjadi *sticky*, dan besar kemungkinan diserang mikrobial perusak, dilain pihak jika ERH produk tinggi, maka produk akan kehilangan air menjadi kering, hal ini juga akan merusak produk (Jackson, 1995).

2.5. Pengerinan

Pengerinan merupakan proses mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan pangan dengan cara menguapkan sebagian besar air yang terkandung dalam bahan pangan dengan menggunakan energi panas. Pengerinan kadar air ini sampai dengan tingkat kadar air yang sangat rendah mendekati kondisi "*Bone Dry*" (Wirakartakusumah, 1992).

Pengeringan merupakan proses pengeluaran air dari suatu bahan pangan menuju kadar kesetimbangan dengan udara sekeliling atau pada tingkat kadar air dimana mutu bahan pangan dapat dicegah dari serangan jamur, enzim, dan aktivitas serangga. Pengeringan adalah proses pemisahan atau pengeluaran air dari suatu bahan yang jumlahnya relatif kecil dengan menggunakan panas. Operasi pengeringan ini dilakukan dengan cara menghembuskan udara atau gas panas yang tidak jenuh pada bahan yang akan dikeringkan. Air atau cairan lain menguap pada suhu yang lebih rendah dari titik didihnya karena adanya perbedaan kandungan uap air pada bidang antar muka bahan padat gas dengan kandungan uap air pada fasa gas. Gas panas disebut medium pengering, menyediakan panas yang diperlukan untuk penguapan air dan sekaligus membawa uap air keluar. Cara ini merupakan suatu proses yang ditiru dari alam yang telah diperbaiki pelaksanaannya pada bagian-bagian tertentu (Effendi, 2014).

Pengeringan adalah suatu cara untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan pangan dengan menguapkan sebagian besar air yang dikandung melalui penggunaan energi panas. Biasanya, kandungan air bahan tersebut dikurangi sampai batas sehingga mikroorganisme tidak dapat tumbuh lagi di dalamnya (Winarno, 2008).

Proses pengeringan merupakan proses pangan yang pertama dilakukan untuk mengawetkan makanan. Selain untuk mengawetkan bahan pangan yang mudah rusak atau busuk pada kondisi penyimpanan sebelum digunakan, pengeringan pangan juga menurunkan biaya dan mengurangi kesulitan dalam pengemasan, penanganan, pengangkutan, dan penyimpanan, karena dengan pengeringan bahan

menjadi padat dan kering, sehingga volume bahan lebih ringkas, mudah dan hemat ruang dalam pengangkutan, pengemasan maupun penyimpanan (Effendi, 2014).

Secara umum proses pengeringan ada dua macam yakni pengeringan alami dan buatan. Pengeringan dengan penjemuran (*Sun drying*) merupakan metode pengeringan dengan menggunakan sinar matahari, atau dehidrasi. Dehidrasi berarti mengendalikan kondisi iklim di dalam suatu lingkungan mikro atau ruangan. Sedangkan untuk pengeringan matahari kondisinya diserahkan pada unsur-unsurnya. Bahan pangan kering yang berasal dari suatu unit dehidrasi dapat memiliki kualitas yang lebih baik dari pada dikeringkan dengan matahari untuk aktivitas pengeringan diperlukan tanah yang lebih sedikit.

Pengeringan dengan sinar matahari memang bisa efektif, karena suhu yang dicapai sekitar 35⁰C sampai 45⁰C. Penggunaan sinar matahari kadang-kadang kurang menguntungkan karena kondisi cuaca yang bisa berubah-ubah. Keuntungan utama dari pengeringan tersebut adalah biayanya murah, kemampuan pengeringan memadai terutama untuk hasil pertanian biji-bijian atau kacang-kacangan serta hasil perikanan yang dikeringkan (Effendi, 2014).

Pengeringan dengan sinar matahari tergantung pada cuaca, karena suhu dan kelembaban relatif dari udara tidak dapat diatur, sehingga produk pengeringan tidak selalu seragam. Dengan menggunakan alat pengering buatan produk yang dicapai dapat lebih terjamin, karena tingginya temperatur dan kelembaban relatif dapat diatur. Pengeringan berjalan baik jika pemanasan terjadi pada setiap tempat dari bahan dan uap air keluar dari permukaan bahan (Effendi, 2014).

Pengeringan yang tidak terkontrol menyebabkan *case hardening*, disebabkan lebih cepatnya penguapan air dari permukaan dari difusi dalam makanan, sehingga terjadi suatu lapisan permukaan yang keras, dan menghalangi penguapan selanjutnya. Hal ini terjadi jika suhu terlalu tinggi dan kelembaban relatif terlalu rendah (Effendi, 2014).

Sistem pengeringan, perlu ditempatkan alat dan metoda pengeringan yang benar-benar cocok dalam pengeringan tersebut untuk mendapatkan hasil yang baik. Proses pengeringan perlu mempertimbangkan berbagai faktor, terutama untuk mempertahankan bahkan meningkatkan mutu bahan pangan yang dikeringkan (Effendi, 2014).

Keuntungan utama dari pengeringan dengan sinar matahari dibandingkan dengan metode-metode pengawetan lainnya :

1. Bobot yang ringan, kadar air makanan pada umumnya sekitar 60% atau lebih dari 90 % kecuali biji-bijian dan hampir semua bagian air ini dikeluarkan dengan dehidrasi.
2. Mayoritas produk yang dikeringkan membutuhkan tempat yang lebih sedikit dari pada aslinya, makanan beku atau yang dikalengkan, terutama kalau ditekan dalam bentuk balok.
3. Kestabilan dalam suhu penyimpanan pada suhu kamar tidak diperlukan alat pendingin, tetapi ada batasan pada suhu penyimpanan maksimum untuk masa simpan yang cukup baik.
4. Biaya murah (Norman, 1988).

Kerugian utama dari pengeringan dengan sinar matahari diantaranya :

- 1.Kepekaan terhadap panas, semua bahan pangan mempunyai derajat kepekaan terhadap panas tertentu dan dapat menimbulkan bau gosong (*burnt flavour*) pada kondisi pengeringan yang tak terkendalikan.
- 2.Hilangnya flavour yang mudah menguap (*volatile flavour*) dan memucatnya pigmen.
- 3.Perubahan struktur termasuk case hardening, sebagai akibat dari pengkerutan selama air dikeluarkan.
- 4.Reaksi pencoklatan non enzimatis yang melibatkan pereaksi dengan konsentrasi yang lebih tinggi, oksidasi dari komponen-komponen lipid.
- 5.Memerlukan tempat pengeringan yang luas wadah atau tempat penjemuran yang banyak, waktu pengeringan lama, mutu tergantung pada cuaca sehingga mutu keringnya kurang baik, warna dan cita rasa kurang baik, sanitasi sulit diawasi, dan suhu tidak dapat dikendalikan (Norman, 1988).

Pengeringan buatan dilakukan dengan menggunakan alat. Alat yang biasanya digunakan yakni *Tunnel Dyer*. Metode pengeringan dengan menggunakan *tunnel dryer* memiliki prinsip yakni dengan menggunakan udara panas yang dialirkan dalam terowongan (*tunnel*) (Pratomo, 2014).

Selain *Tunnel Dryer* alat yang biasa dipakai untuk pengeringan dengan bahan serupa adalah *Cabinet dryer*. *Cabinet dryer* merupakan alat pengeringan menggunakan prinsip konveksidan konduksi. Secara konveksi, digunakan aliran udara kering yang dihembuskan. Secara konduksi, digunakan sejumlah tray (wadah penampung biji) secara bertingkat (Pratomo, 2014).

Alat yang ketiga adalah *tray dryer*. *Tray dryer* yang juga disebut rak, ruang atau pengering kompartement, bahan dapat berupa padatan kental atau padatan pasta, disebarakan merata pada tray logam yang dapat dipindahkan di dalam ruang (cabinet). Uap panas disirkulasi melewati permukaan tray secara sejajar, panas listrik jugadigunakan khususnya untuk menurunkan muatan panas sekitar 10-20 % udara yang melewati atas tray adalah udara murni, sisanya menjadi udara sirkulasi (Pratomo, 2014).

2.6. Ekstraksi

Proses ekstraksi merupakan proses penarikan zat pokok yang diinginkan dari bahan mentah obat dengan menggunakan pelarut yang dipilih tempat zat yang diinginkan larut. Bahan mentah obat berasal dari tumbuh tumbuhan atau hewan dan tidak perlu diproses lebih lanjut kecuali dikumpulkan dan dikeringkan. Ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati atau hewani. Kemudian, semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian rupa hingga memenuhi baku yang telah ditetapkan (Ansel, *et al.*, 1989).

Berdasarkan atas sifatnya, menurut Voigt (1984), ekstrak dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu:

1. Ekstrak encer (*extractum tennue*)

Sediaan ini memiliki konsentrasi seperti madu dan dapat dituang.

2. Ekstrak kental (*extractum spissum*)

Sediaan ini liat dalam keadaan dingin dan tidak dapat dituang.

3. Ekstrak kering (*extractum siccum*)

Sediaan ini memiliki konsentrasi kering dan mudah digosokkan. Melalui penguapan cairan pengestraksi dan pengeringan, sisanya akan membentuk suatu produk yang sebaliknya memiliki kandungan lembab tidak lebih dari 5%.

Ada beberapa metode untuk membuat ekstrak yaitu sebagai berikut:

1. Maserasi

Istilah *maceration* berasal dari bahasa latin *macerare*, yang artinya "merendam", merupakan proses paling tepat ketika obat yang sudah halus memungkinkan untuk direndam dalam *menstruum* sampai meresap dan melunakkan susunan sel, sehingga zat-zat yang mudah larut akan melarut (Ansel, *et al.*, 1989).

2. Perkolasi

Istilah *perkolasi* berasal dari bahasa latin *per* yang artinya melalui dan *colare* yang artinya merembes, perkolasi merupakan suatu proses ketika obat yang sudah halus, diekstraksi dengan pelarut yang cocok dengan cara dilewatkan perlahan-lahan pada suatu kolom. Serbuk simplisia dimampatkan dalam alat ekstraksi yang disebut perkolator. Mengalirnya cairan penyari dalam perkolasi ini melalui kolom dari atas ke bawah melalui celah untuk ditarik keluar oleh gaya berat seberat cairan dalam kolom (Ansel, *et al.*, 1989).

Perkolasi dilakukan dalam wadah berbenruk silindris atau kerucut (perkulator) yang memiliki jalan masuk dan keluar yang sesuai. Bahan pengekstaksi yang dialirkan secara kontinyu dari atas, akan mengalir turun secara lambat melintasi simplisia yang umumnya berupa serbuk kasar. Melalui penyegaran bahan pelarut secara kontinyu, akan terjadi proses maserasi bertahap

banyak. Jika pada maserasi sederhana tidak terjadi ekstraksi sempurna dari simplisia oleh karena akan terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan dalam seldengan cairan disekelilingnya, maka pada perkolasi melalui simplisia bahan pelarut segar perbedaan konsentrasi tadi selalu dipertahnkan. Dengan demikian ekstraksi total secara teoritis dimungkinkan (praktis jumlah bahan yang dapat diekstraksi mencapai 95%) (Voight, 1984).

3. Soxhletasi

Soxhletasi merupakan salah satu metode ekstraksi cara panas menggunakan pelarut yang selalu baru yang umumnya dilakukan dengan alat khusus sehingga terjadi ekstraksi yang kontinu dengan jumlah pelarut relatifkonstan dengan adanya pendingin balik (Ansel, *et al.*, 1989).

Sokletasi dilakukan dengan cara bahan yang akan diekstraksi diletakkan dalam kantung ekstraksi (kertas, karton, dan sebagainya) dibagian dalam alat ekstraksi dari gelas yang bekerja kontinyu (perkulator). Wadah gelas yang mengandung kantung diletakkan diantar labu penyulingan dengan pendingin aliran balik dan dihubungkan dengan labu melalui pipa. Labu tersebut berisi bahan pelarut yang menguap dan mencapai kedalam pendingin aliran balik melalui pipet yang berkodensasi didalamnya. Menetes ketas bahan yang diekstraksi dan menarik keluar bahan yang diekstraksi. Larutan berkumpul didalam wadah gelas dan setelah mencapai tinggi maksimalnya, secara otomatis dipindahkan kedalam labu. Dengan demikian zat yang terekstraksi terakumulasi melauai penguapan bahan pelarut murni berikutnya (Voight, 1984).

Maserasi istilah aslinya adalah macerare (bahasa Latin, artinya merendam) : adalah sediaan cair yang dibuat dengan cara mengekstraksi bahan nabati yaitu direndam menggunakan pelarut bukan air (pelarut nonpolar) atau setengah air, misalnya etanol encer, selama periode waktu tertentu sesuai dengan aturan dalam buku resmi kefarmasian. Maserasi adalah salah satu jenis metoda ekstraksi dengan sistem tanpa pemanasan atau dikenal dengan istilah ekstraksi dingin, jadi pada metoda ini pelarut dan sampel tidak mengalami pemanasan sama sekali. Sehingga maserasi merupakan teknik ekstraksi yang dapat digunakan untuk senyawa yang tidak tahan panas ataupun tahan panas. Namun biasanya maserasi digunakan untuk mengekstrak senyawa yang tidak tahan panas (termolabil) atau senyawa yang belum diketahui sifatnya. Karena metoda ini membutuhkan pelarut yang banyak dan waktu yang lama.

Maserasi adalah cara ekstraksi yang paling sederhana. Bahan simplisia yang dihaluskan sesuai dengan syarat farmakope (umumnya terpotong-terpotong atau berupa serbuk kasar) disatukan dengan bahan pengekstraksi yakni dengan merendam simplisia) dalam suatu wadah menggunakan pelarut .rendaman tersebut disimpan terlindung cahaya langsung (mencegah reaksi yang dikatalis cahaya atau perubahan warna) dan dikocok berulang-ulang (kira-kira 3 kali sehari) lalu disaring dan diambil beningannya. Waktu lamanya maserasi berbeda-beda, masing-masing farmakope mencantumkan 4-10 hari.

Secara sederhana, maserasi dapat kita sebut metoda “perendaman” karena memang proses ekstraksi dilakukan dengan hanya merendam sample tanpa mengalami proses lain kecuali pengocokan (bila diperlukan). Prinsip penarikan

(ekstraksi) senyawa dari sample adalah dengan adanya gerak kinetik dari pelarut, dimana pelarut akan selalu bergerak pada suhu kamar walaupun tanpa pengocokan. Namun untuk mempercepat proses biasanya dilakukan pengocokan secara berkala. Secara teoritis pada suatu maserasi tidak memungkinkan terjadinya ekstraksi absolut. Semakin besar perbandingan simplisia terhadap cairan pengekstraksi, akan semakin banyak hasil yang diperoleh (Voight, 1984).

Selama ini dikenal ada beberapa cara untuk mengekstraksi zat aktif dari suatu tanaman ataupun hewan menggunakan pelarut yang cocok. Pelarut-pelarut tersebut ada yang bersifat “bisa campur air” (contohnya air sendiri, disebut pelarut polar) ada juga pelarut yang bersifat “tidak campur air” (contohnya aseton, etil asetat, disebut pelarut non polar atau pelarut organik). Metode Maserasi umumnya menggunakan pelarut non air atau pelarut non-polar. Teorinya, ketika simplisia yang akan di maserasi direndam dalam pelarut yang dipilih, maka ketika direndam, cairan penyari akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam sel yang penuh dengan zat aktif dan karena ada pertemuan antara zat aktif dan penyari itu terjadi proses pelarutan (zat aktifnya larut dalam penyari) sehingga penyari yang masuk ke dalam sel tersebut akhirnya akan mengandung zat aktif, katakan 100%, sementara penyari yang berada di luar sel belum terisi zat aktif (0%) akibat adanya perbedaan konsentrasi zat aktif di dalam dan di luar sel ini akan muncul gaya difusi, larutan yang terpekat akan didesak menuju keluar berusaha mencapai keseimbangan konsentrasi antara zat aktif di dalam dan di luar sel. Proses keseimbangan ini akan berhenti, setelah terjadi keseimbangan konsentrasi (istilahnya “jenuh”) Dalam kondisi ini, proses ekstraksi dinyatakan

selesai, maka zat aktif di dalam dan di luar sel akan memiliki konsentrasi yang sama, yaitu masing-masing 50%.

Keuntungan metode ini adalah alat yang dipakai sederhana tidak diperlukan alat yang spesifik, yakni dapat digunakan bejana perendam apa saja untuk proses perendaman, biaya operasionalnya relatif rendah, prosesnya relatif hemat, dan tanpa pemanasan sehingga dapat digunakan untuk jenis senyawa tahan panas ataupun tidak tahan panas. Sedangkan kerugian metode ekstraksi maserasi ini adalah membutuhkan waktu yang lama, biasanya paling cepat 3x24jam, disamping itu membutuhkan pelarut dalam jumlah yang banyak, proses penyariannya tidak sempurna, karena zat aktif hanya mampu terekstraksi sebesar 50% saja (Hamdani,2014).

2.7. Spektrofotometer

Spektrofotometri merupakan salah satu metode dalam kimia analisis yang digunakan untuk menentukan komposisi suatu sampel baik secara kuantitatif dan kualitatif yang didasarkan pada interaksi antara materi dengan cahaya. Spektrofotometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur absorbansi dengan cara melewatkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu pada suatu obyek kaca atau kuarsa yang disebut kuvet. Sebagian dari cahaya tersebut akan diserap dan sisanya akan dilewatkan. Nilai absorbansi dari cahaya yang dilewatkan akan sebanding dengan konsentrasi larutan di dalam kuvet. Spektrofotometer adalah alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang

tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi.

Peralatan yang digunakan dalam spektrofotometri disebut spektrofotometer. Cahaya yang dimaksud dapat berupa cahaya visibel, UV dan inframerah, sedangkan materi dapat berupa atom dan molekul namun yang lebih berperan adalah elektron valensi. Sinar atau cahaya yang berasal dari sumber tertentu disebut juga sebagai radiasi elektromagnetik. Radiasi elektromagnetik yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari adalah cahaya matahari. Berikut ini adalah macam-macam spektrofotometer beserta fungsi dan perbedaannya (Andriyanto,2013).

1. Spektrofotometri Visible (Spektrum Vis)

Pada spektrofotometri ini yang digunakan sebagai sumber sinar atau energi adalah cahaya tampak (visible). Cahaya visible termasuk spektrum elektromagnetik yang dapat ditangkap oleh mata manusia. Panjang gelombang sinar tampak adalah 380 sampai 750 nm. Sehingga semua sinar yang dapat dilihat oleh mata, maka sinar tersebut termasuk ke dalam sinar tampak (visible). Sumber sinar tampak yang umumnya dipakai pada spektrometri visible adalah lampu Tungsten. Tungsten yang dikenal juga dengan nama Wolfram merupakan unsur kimia dengan simbol W dan no atom 74. Tungsten mempunyai titik didih yang tertinggi (3422 °C) dibanding logam lainnya. Karena sifat inilah maka Tungsten atau Wolfram digunakan sebagai sumber lampu (Andriyanto,2013).

Sample yang dapat dianalisa dengan metode ini hanya sample yang memiliki warna. Hal ini menjadi kelemahan tersendiri dari metode

spektrofotometer visible, oleh karena itu, untuk sample yang tidak memiliki warna harus terlebih dulu dibuat berwarna dengan menggunakan reagent spesifik yang akan menghasilkan senyawa berwarna. Reagent yang digunakan harus betul-betul spesifik hanya bereaksi dengan analat yang akan dianalisa. Selain itu juga produk senyawa berwarna yang dihasilkan harus benar-benar stabil.

2. Spektrofotometri UV (ultraviolet)

Berbeda dengan spektrofotometer visible, pada spektrofotometer UV berdasarkan interaksi sample dengan sinar UV. Sinar UV memiliki panjang gelombang 190-380 nm. Sebagai sumber sinar dapat digunakan lampu deuterium. Deuterium disebut juga heavy hidrogen. Dia merupakan isotop hidrogen yang stabil yang terdapat berlimpah di laut dan daratan. Inti atom deuterium mempunyai satu proton dan satu neutron, sementara hidrogen hanya memiliki satu proton dan tidak memiliki neutron. Karena sinar UV tidak dapat dideteksi oleh mata kita, maka senyawa yang dapat menyerap sinar ini terkadang merupakan senyawa yang tidak memiliki warna. Bening dan transparan, oleh karena itu, sample tidak berwarna tidak perlu dibuat berwarna dengan penambahan reagent tertentu. Bahkan sample dapat langsung dianalisa meskipun tanpa preparasi. Namun perlu diingat, sample keruh tetap harus dibuat jernih dengan filtrasi atau centrifugasi. Prinsip dasar pada spektrofotometer adalah sample harus jernih dan larut sempurna. Tidak ada partikel koloid apalagi suspense (Andriyanto,2013).

3. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer ini merupakan gabungan antara spektrofotometer UV dan Visible. Menggunakan dua buah sumber cahaya berbeda, sumber cahaya di daerah

ultraviolet (200–350 nm) UV dan sumber cahaya tampak (visible) (350 – 800 nm). Meskipun untuk alat yang lebih canggih sudah menggunakan hanya satu sumber sinar sebagai sumber UV dan Vis, yaitu photodiode yang dilengkapi dengan monokromator. Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometri UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibandingkan kualitatif. Kemudahan metode ini adalah dapat digunakan baik untuk sample berwarna juga untuk sample tak berwarna. Spektrofotometer Uv-Vis merupakan spektrofotometer yang digunakan untuk pengukuran didaerah ultra violet dan didaerah tampak. Spektrofotometer UV-Vis (Ultra Violet-Visible) adalah salah satu dari sekian banyak instrumen yang biasa digunakan dalam menganalisa suatu senyawa kimia. Spektrofotometer umum digunakan karena kemampuannya dalam menganalisa begitu banyak senyawa kimia serta kepraktisannya dalam hal preparasi sampel apabila dibandingkan dengan beberapa metode analisa (Andriyanto,2013).

4. Spektrofotometri IR (Infra Red)

Spektrofotometer ini berdasar pada penyerapan panjang gelombang infra merah. Cahaya infra merah terbagi menjadi infra merah dekat, pertengahan, dan jauh yang mempunyai panjang gelombang 2.5-1000 μm . Spektrofotometer ini berdasar pada penyerapan panjang gelombang infra merah. Cahaya infra merah terbagi menjadi infra merah dekat, pertengahan, dan jauh. Infra merah pada spektrofotometer adalah infra merah jauh dan pertengahan yang mempunyai panjang gelombang 2.5-1000 μm . Pada spektro IR meskipun bisa digunakan

untuk analisa kuantitatif, namun biasanya lebih kepada analisa kualitatif. Umumnya spektro IR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada suatu senyawa, terutama senyawa organik. Setiap serapan pada panjang gelombang tertentu menggambarkan adanya suatu gugus fungsi spesifik (Andriyanto,2013).

2.8. Design Expert Metoda D-Optimal

Salah satu *software* yang dapat digunakan dalam penentuan formulasi secara optimal adalah *Design Expert*. *Design Expert* digunakan untuk optimasi produk atau proses dalam respon utama yang diakibatkan oleh beberapa variable dan tujuannya adalah optimasi respon tersebut.

Design Expert merupakan program yang populer untuk studi optimasi pada akhir-akhir ini. *Design Expert* menyediakan beberapa pilihan desain dengan fungsinya masing-masing, desain tersebut adalah sebagai berikut :

1. *Factorial*, digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penting yang mempengaruhi proses atau produk. Kemudian dapat dilakukan perbaikan.
2. *Respon Surface (RSM)*, digunakan untuk pengaturan proses yang ideal sehingga akan dicapai kinerja yang optimal.
3. Teknik desain Campuran (*Mixture*) digunakan untuk menentukan atau menemukan formulasi yang optimal.
4. Gabungan desain (*Combined*) yaitu campurkan variabel proses, digunakan untuk menggabungkan variable proses, komponen campuran dan faktor kategori dalam satu desain.

Syarat dalam pemilihan *mixture design* antara lain :

1. Komponen menambah pada total tetap. Misalnya A merupakan 10% dari campuran, B 30%, dan C merupakan 60% sisanya. Jika persentase dari salah satu komponen meningkat, maka persentase satu atau lebih dari komponen lain harus dikurangi. Jika jumlah komponen tidak bergantung satu sama lain, maka dapat melakukan percobaan menggunakan *response surface design* daripada *mixture design*.
2. Respon harus menjadi fungsi dari proporsi komponen. Misalnya rasa *cookies* tergantung pada proporsi relative dari bahan, bukan pada jumlah total *cookies*. Jika jawaban tidak berhubungan dengan proporsi bahan, maka harus menggunakan *Response Surface design*.