

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Susu merupakan pangan yang mengandung nutrisi yang lengkap dan sangat disarankan untuk dikonsumsi bayi atau balita. Susu bubuk yang berkualitas didapatkan dari bahan baku (bahan baku) yang memiliki kualitas yang baik juga. PT. Sanghiang Perkasa atau Kalbe-Nutritionals merupakan salah satu industri pangan yang menghasilkan produk akhir berupa susu seperti Entrasol, Diabetasol, Zee, Prenagen, Chilkid, dan masih banyak lagi. Terdapat dua jenis susu yang dihasilkan oleh PT. Sanghiang Perkasa yaitu susu bubuk dan *ready to drink*.

Kadar protein dalam susu sapi sekitar 3,5% atau 3,5g/100g susu (Oka *et al.*, 2017). Menurut Sigit *et al.*, (2021), protein merupakan komponen nutrisi utama di dalam susu sapi dan terdapat asam amino esensial yang sangat diperlukan tubuh. Protein dalam susu terdiri dari 2 bentuk yaitu *whey* dan kasein. *Whey* merupakan protein dari susu sapi yang memiliki kualitas tinggi dan mudah dicerna oleh tubuh (Gangurde *et al.*, 2011). Kasein merupakan komponen protein utama dalam susu sapi dan semua asam amino yang dibutuhkan dalam tubuh manusia terdapat dalam kasein (Petrotos *et al.*, 2014).

Kualitas susu bubuk yang harus diperhatikan terdiri dari 3 yaitu fisik, kimia, dan mikrobiologi. Kualitas fisik di antaranya kelarutan (*solubility*), kebasahan (*wettability*), daya serap air, dan ukuran partikel (Widodo *et al.*, 2012). Kualitas semua bahan yang digunakan atau susu segar serta proses pembuatan susu bubuk bisa mempengaruhi salah satu kualitas dari produk susu bubuk yaitu kualitas fisik (Purnasari, 2021). Kelarutan susu merupakan salah satu faktor penilaian konsumen dalam mengonsumsi atau pembelian susu bubuk. *Whey protein* lebih mudah larut dibandingkan kasein (Gangurde *et al.*, 2011). Kecepatan pengadukan merupakan salah

satu faktor yang mempengaruhi kelarutan protein (Al Awwaly, 2017). Parameter kelarutan suatu produk dalam bentuk bubuk merupakan parameter yang menentukan tingkat kemudahan penggunaan produk bubuk tersebut (Novitasari *et al.*, 2021). Parameter kualitas susu yaitu kebasahan dan kelarutan memiliki parameter yang sama yaitu ukuran partikel dari bahan.

Salah satu bahan pangan yang sering digunakan dalam pembuatan susu bubuk yaitu maltodekstrin. Kadar maltodekstrin yang digunakan lebih banyak dibandingkan dengan bahan pangan lainnya karena maltodekstrin dapat meningkatkan kelarutan dan mempercepat proses pengeringan pada produk bubuk. Maltodekstrin merupakan polimer sakarida yang dihubungkan dengan ikatan  $\alpha$  1,4 glukosidik dan diperoleh dari proses hidrolisis parsial enzimatis, hidrolisis asam, atau kombinasi keduanya (Klinjapo & Krasaekoopt, 2018). Diduga, penggunaan maltodekstrin dalam konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap kelarutan dari protein dalam pembuatan susu bubuk.

Penelitian ini bertujuan untuk membantu perusahaan dalam mempelajari kelarutan bahan baku dari golongan protein yang digunakan dalam pembuatan susu bubuk. Selain itu, dilakukan upaya optimasi formulasi yang merupakan teknik atau usaha yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang terbaik dalam formulasi di antara beberapa pilihan bahan yang digunakan dalam membuat suatu produk.

## **1.2. Tinjauan Pustaka**

### **1.2.1. Susu**

Indonesia merupakan salah satu negara di Asia Tenggara dengan tingkat konsumsi susunya yang masih sangat rendah. Susu merupakan salah satu

produk pangan yang mengandung nutrisi lengkap dan diperoleh dari kelenjar susu pada mamalia betina dalam proses laktasi (Mourad *et al.*, 2014). Susu merupakan pangan yang memiliki kadar air yang tinggi sehingga mudah rusak. Hal itu menyebabkan susu harus diolah lebih lanjut menjadi susu kental manis, susu bubuk, susu evaporasi, susu pasteurisasi, susu UHT, dan produk lainnya (Ide, 2013). Susu sangat baik dikonsumsi untuk semua umur karena mengandung banyak zat gizi dan sangat mudah untuk dicerna dan diserap. Kandungan gizi yang terdapat dalam susu antara lain laktosa, protein, vitamin, mineral, dan lemak (Putri, 2016). Selain itu, terdapat kalium, zat besi, selenium, kalsium, fosfor, magnesium, nitrat, dan nitrogen (Mourad *et al.*, 2014). Vitamin yang terdapat dalam susu yaitu vitamin K, vitamin B6, vitamin A, vitamin B12, vitamin B, vitamin C, vitamin D, vitamin E, vitamin B1, vitamin B2, vitamin B9, dan vitamin B3 (Soeparno, 2021). Selain kalsium fosfat dan refleksi cahaya dari globula lemak, warna putih pada susu juga disebabkan oleh kalsium kaseinat (Herawati & Widiarso, 2021).

Tabel 1. Kandungan Gizi Susu Sapi Segar

Kandungan Gizi	Nilai (100 gram)
Kalori (kkal)	61
Protein (g)	3.2
Lemak (g)	3.5
Karbohidrat (g)	4.3
Kalsium (mg)	143
Vitamin A ( $\mu$ g)	39
Vitamin C (mg)	1
Fosfor (mg)	60
Vitamin B3 (mg)	0.2
Air (g)	88.3

Sumber: Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM, 2005)

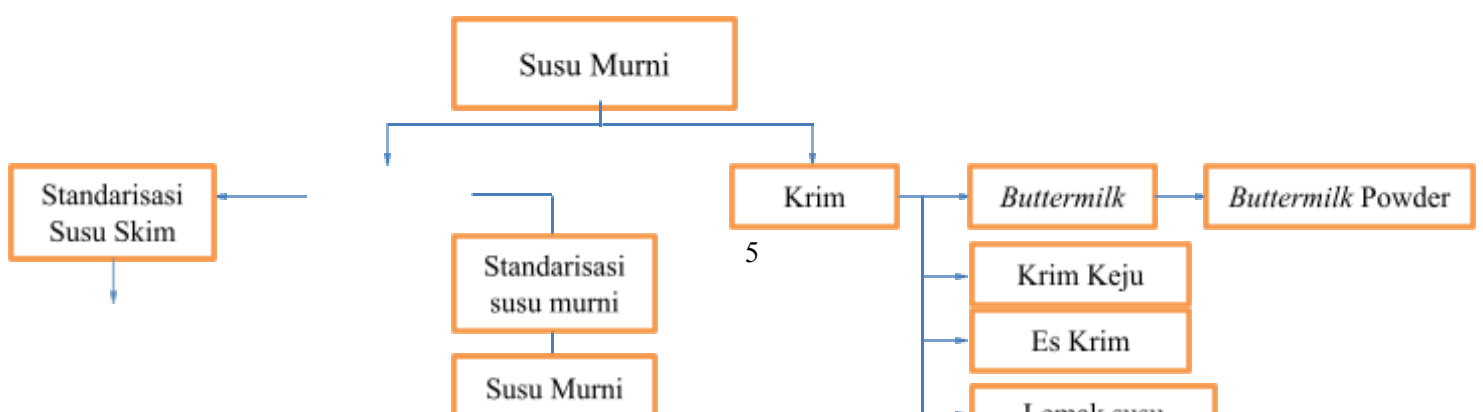
Menurut Bhat *et al.*, (2016), susu berfungsi untuk memenuhi kebutuhan asam amino esensial dan mineral yang digunakan untuk perkembangan. *Base GUM (Growing Up Milk)* merupakan bahan dasar pembuat susu untuk anak usia 1 hingga 3 tahun yang kaya zat gizi mikro dan makro (Sjarif *et al.*, 2019). Hal ini menyebabkan, GUM sebagai pemasok kandungan zat gizi mikronutrien pada anak umur 1 sampai 3 tahun (Przyrembel & Agostoni, 2013). GUM mengandung karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan serat. *Growing Up Milk* biasanya ditambahkan mineral serta vitamin (Walton & Flynn, 2013). Selain itu, GUM merupakan alternatif susu pengganti susu sapi atau ASI (Lovell *et al.*, 2019). Menurut Przyrembel & Agostoni (2013), GUM memiliki kandungan lemak yang rendah. Susu pertumbuhan sangat berpengaruh juga terhadap tinggi badan anak. GUM memiliki peran yang sangat baik untuk anak-anak di Perancis seperti mengurangi risiko kekurangan asam  $\alpha$ -linoleat, zat besi, vitamin D, dan vitamin C akibat hanya mengkonsumsi susu sapi tanpa fortifikasi (Walton & Flynn, 2013). GUM memiliki kandungan lemak tak jenuh yang lebih tinggi dibandingkan lemak jenuh serta memiliki karbohidrat yang tinggi.

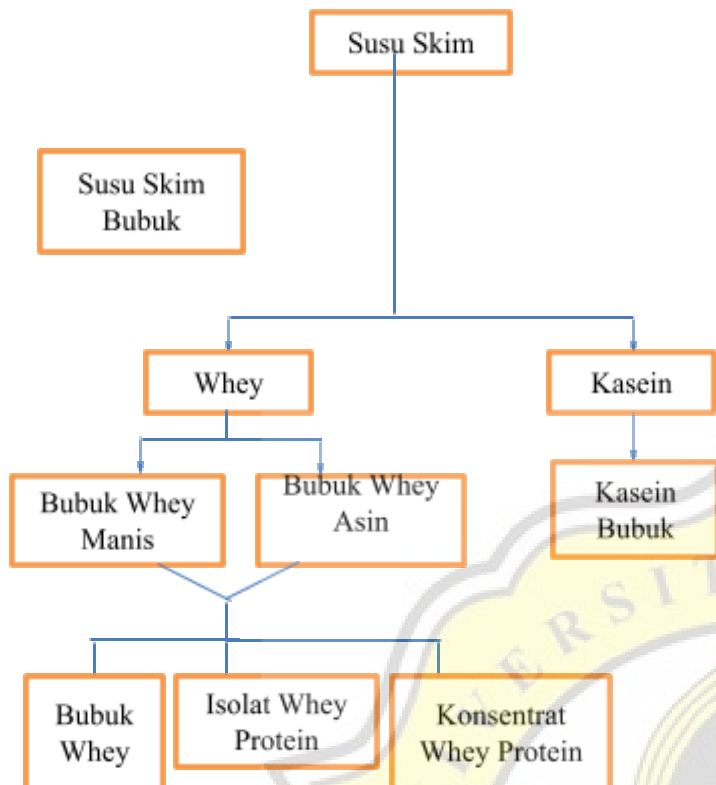
Pohon susu atau *milk tree* merupakan diagram alir proses pengolahan susu dari susu murni mentah (*raw whole milk*). Susu mentah (*raw milk*) merupakan susu segar yang baru saja diperah dari hewan mamalia. Susu

murni (*whole milk*) merupakan susu yang mengandung 87% air karena sudah melalui proses pasteurisasi. Proses sterilisasi atau pasteurisasi di awal merupakan salah satu cara untuk memperpanjang umur simpan susu yang baru saja diperah. Pada industri pengolahan susu terdapat proses pasteurisasi awal pada suhu 60°C dalam waktu 20 detik. Proses pasteurisasi yang biasa dilakukan antara lain *high temperature short time* (HTST) dengan suhu 72°C dalam waktu 15 detik, ultra pasteurisasi dengan suhu yang tinggi yaitu 137,8°C selama 2 detik, dan *low temperature long time* (LTLT) pada suhu 62,8°C dalam waktu 30 menit (David *et al.*, 1996).

Susu murni mentah melalui proses standarisasi sebelum diproses menjadi bubuk. Hal ini bertujuan untuk memastikan kandungan lemak dan protein sudah sesuai standar. Kemudian, dipisahkan dan menghasilkan susu skim dan krim. Susu skim merupakan susu yang memiliki kandungan lemak dibawah batas minimal dan kandungan protein sebesar 35% (Ide, 2013). Susu skim mengalami proses standarisasi yang harus diperhatikan kandungan lemaknya berkurang atau tidak (Rihastuti, 2018). Proses standarisasi dilakukan sebelum susu skim diubah menjadi bubuk. Produk turunan dari susu skim antara lain kasein dan whey.

Krim merupakan bagian dari susu murni yang memiliki kandungan lemak yang tinggi. Kadar lemak pada krim yaitu 35%. Menurut Rihastuti *et al.*, (2018), krim dipisahkan dari skim melalui alat separator. Produk susu yang berasal dari cream antara lain butter milk, ice cream, *whipping cream*, dan masih banyak lagi. *Buttermilk* merupakan produk dari krim yang melalui proses *churning butter*. *Buttermilk* memiliki tekstur yang creamy, rasa yang agak manis, dan kental. *Whipped cream* merupakan produk turunan krim yang dilarutkan dengan gas (Muchlisyyah, 2017). *Whipped cream* memiliki lemak minimal 30%. Milk tree dapat dilihat pada Gambar 1





Gambar SEQ Gambar \\* ARABIC 1. Pohon Susu

Protein pada susu merupakan komponen molekuler makro yang heterogen serta terdiri dari lima jenis yaitu globula lemak, whey protein, kasein, enzim, dan protein bentuk minor lainnya (Susanti & Hidayat, 2016). Protein utama dalam susu sapi terdiri dari 2 yaitu kasein dan *whey protein*. *Whey* merupakan cairan bening yang tersisa dari susu setelah proses koagulasi pada proses pembuatan keju (Hoffman & Falvo, 2004). Pada susu sapi, kandungan *whey protein* sebanyak 15-20% dari total protein pada susu (Patel, 2015). *Whey protein* merupakan sumber protein yang mengandung banyak senyawa peptida bioaktif yang berperan untuk penyakit kronis. *Whey protein* mempunyai kestabilan pada pH yang rendah tetapi tidak tahan pada kondisi panas (Astawan *et al.*, 2020). Hal ini disebabkan oleh yaitu  $\beta$ -Lactoglobulin dan  $\alpha$ -Lactalbumin (Garba & Kaur, 2014). *Whey* mengandung mineral dan vitamin B yang relatif tinggi (Hoffman & Valvo, 2004). Menurut Jovanovic *et al.*, (2007), *whey protein* yang terdapat dalam susu sapi antara lain  $\beta$ -Lactoglobulin,  $\alpha$ -Lactalbumin, imunoglobulin, dan *bovine serum albumin*. Kandungan terbanyak yang terdapat dalam *whey protein* yaitu  $\beta$ -Lactalbumin Lactoglobulin sekitar 40-49% (Gangurde *et al.*, 2011). Selain itu menurut Soeparno (2021), *whey protein* juga

mengandung laktoperoksidase, laktoferin, dan lisosim.  $\alpha$ -Lactalbumin memiliki bentuk yang kecil dan seperti koloid (Widodo, 2020).

Menurut Sousa *et al.*, (2012), *whey protein* yang berada dipasaran terdiri dari empat bentuk yaitu *whey protein* konsentrat, *whey protein* asli, *whey protein* hidrolisat, dan *whey protein* isolat. *Whey protein* biasa digunakan untuk nutrisi konsumen yang rutin berolahraga karena dapat membantu membangun massa otot (Patel, 2105). Menurut Gangurde *et al.*, (2011), asam amino yang terdapat dalam produk *whey protein* dapat membangun jaringan otot serta melindungi degradasi protein pada otot. Menurut Gomo (2021), *whey protein* asli merupakan hasil ekstrak dari susu skim. *Whey protein concentrate* (WPC) merupakan protein yang mengandung sedikit lemak, laktosa, dan kolesterol dimana jumlah proteinnya sekitar 29-89% (Patel, 2015). WPC digunakan untuk menambah nutrisi pada atlet karena mengandung lebih banyak komponen protein aktif (Hoffman & Falvo, 2004). Hidrolisat *whey protein* merupakan *whey protein* yang mudah digunakan untuk metabolisme karena bentuk dari semi dicerna dan sudah dihidrolisis sebagian. WPH yang beredar di komersial memiliki harga yang lumayan mahal karena kegunaannya dan memberikan efek alergen lebih rendah. Sedangkan, *whey protein isolate* mempunyai kadar protein sekitar 93% atau lebih (Suprayitno & Sulistiyati, 2017). WPI telah melalui proses penghilangan laktosa dan lemak (Gomo, 2021).

Kasein merupakan protein dalam susu yang jumlahnya sekitar 75%-80% dari total protein dan bisa mengendap di pH 4,6 pada suhu 30°C (Bhat *et al.*, 2016). Menurut Herawati & Widiarso (2021), kasein berkontribusi dalam warna putih pada susu. Terdapat empat jenis kasein antara lain  $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ ,  $\beta$ , dan  $\kappa$  (Felix *et al.*, 2018). Kasein tidak bisa larut pada suhu >120°C. Kasein berwarna putih dan larut dengan pelarut asam kuat dan basa (Widodo, 2021). Menurut Irawan (2020), dalam susu sebanyak 80-95% kasein berbentuk partikel koloid (kasein misel). *Milk protein concentrate* (MPC), sodium kaseinat, dan kalsium kaseinat merupakan bahan yang

berbahan dasar kasein dan paling sering dijual secara komersial dalam bentuk bubuk (Felix *et al.*, 2018). Perbedaan metode pembuatan dan komposisi bisa mempengaruhi struktur kasein (Felix *et al.*, 2018). Bubuk MPC mengandung sekitar 18% *whey protein* dan 82% kasein dari total kandungan protein (Hussain *et al.*, 2012). Bubuk milk protein konsentrat yang terjual secara komersial memiliki konsentrasi protein dari 35% hingga 90%. Sodium kaseinat berasal dari susu skim yang diendapkan dengan asam dan di resuspensi dalam kondisi basa (Felix *et al.*, 2018). Menurut Felix *et al.*, (2018), kalsium kaseinat dihasilkan dari pengendapan asam dari susu skim dan resuspensi dengan kalsium fosfat. Kalsium kaseinat merupakan kasein yang sangat susah larut.

Susu bubuk merupakan susu segar yang mengalami proses pengawetannya dengan cara dikeringkan menggunakan *spray dryer* ataupun *roller dryer* (Ide, 2013). Proses pengeringan bertujuan untuk menguapkan/mengurangi air yang terdapat dalam susu sehingga susu memiliki umur simpan yang panjang. Proses penguapan dan pengeringan pada proses pembuatan susu bubuk berdampak pada berkurangnya kadar air dalam produk menjadi 4% (Rihastuti, 2018). Menurut Syarif & Harianto, (2011), nutrisi yang terdapat dalam susu bubuk lebih rendah dibandingkan susu sapi segar karena proses pengolahan susu bubuk.

### **1.2.2. Maltodekstrin**

Menurut Hofman *et al.*, (2016), maltodekstrin merupakan bahan pangan yang masih masuk kedalam kelas karbohidrat yang diekstrak dari berbagai sumber botani seperti jagung, gandum, kentang, sagu, dan sebagainya. Pembuatan maltodekstrin menggunakan *spray drying* sehingga dihasilkan produk akhir maltodekstrin berupa bubuk (Hofman *et al.*, 2016). Menurut Hofman *et al.*, (2016), maltodekstrin yang dijual dipasaran berbentuk bubuk putih, teksturnya lembut, dan tidak memiliki rasa. Selain untuk meningkatkan kelarutan, maltodekstrin juga berfungsi untuk melindungi



komponen flavor dalam produk, daya ikat yang kuat, memberikan rasa manis tetapi *non calories*, mencegah rusaknya bahan pangan yang disebabkan oleh panas, dan proses pengeringan produk bubuk menjadi lebih cepat (Sakdiyah & Wahyuni, 2019). Berdasarkan standar mutu dari maltodekstrin, kelarutannya minimal 97%. Menurut Pentury *et al.*, (2013), maltodekstrin sudah terdaftar di GRAS (*Generally Recognized As Safe*). Menurut Novitasari *et al.*, (2021), maltodekstrin sering ditambahkan dalam pembuatan produk serbuk minuman atau makanan seperti susu bubuk, minuman berenergi, dan sebagainya. Menurut Sakdiyah & Wahyuni (2019), maltodekstrin sangat mudah larut karena proses dispersi yang terjadi berlangsung cepat dan tingginya nilai DE pada maltodekstrin. Nilai *Dextrose Equivalent* (DE) yang tinggi memiliki tingkat kelarutan yang tinggi, tingkat kemanisan yang meningkat, lebih mudah menyerap air, dan osmolality (Meriatna, 2013). Maltodekstrin memiliki nilai DE sekitar 3 hingga 20. Pada bahan pangan, maltodekstrin berperan sebagai bahan tambahan pangan (BTP). Menurut Marcus (2019), maltodekstrin dapat berperan untuk penambah rasa, mencegah hilangnya nutrisi pada proses pembuatan, memperpanjang umur simpan, dan meningkatkan penampilan dari produk bubuk.

Karakteristik maltodekstrin dipengaruhi oleh sumber botani yang digunakan dalam pembuatan maltodekstrin dan proses produksinya. Dalam makanan, maltodekstrin dapat menggantikan fungsi sukrosa atau lemak sehingga dapat digunakan dalam pembuatan es krim, minuman, produk bubuk, makanan instan dalam bentuk bubuk (O'Brien-Nabors, 2011.). Hal ini disebabkan karena sifat *thermoreversible* pada maltodekstrin. *Thermoreversible* pada maltodekstrin disebabkan oleh kandungan sakarida sekitar 95% dan DE yang rendah (Pentury *et al.*, 2013). Menurut Sasongko *et al.*, (2017), penggunaan maltodekstrin yang berlebihan dapat mengurangi kadar protein dalam produk karena kandungan karbohidrat dalam maltodekstrin memiliki sifat asam yang mampu menghidrolisis protein sehingga terjadi denaturasi pada protein.

### 1.2.3. Uji Kelarutan

Kelarutan merupakan sifat dari zat kimia dalam bentuk cair, padat, dan gas untuk larut dalam pelarut dan membentuk larutan yang homogen (Singh *et al.*, 2020). Kelarutan pada susu bubuk merupakan salah satu kualitas fisik untuk penerimaan konsumen (Widodo *et al.*, 2012). Kelarutan disebabkan oleh gaya tarik menarik antara partikel pelarut dan partikel zat terlarut (Astuti & Wijaya, 2016). Menurut Wardani & Arifiyana (2020), faktor-faktor yang mempengaruhi kelarutan antara lain suhu, ukuran partikel, jenis pelarut, pengadukan, dan kepolaran.

Terjadinya peningkatan suhu pada larutan dapat menyebabkan kelarutan pada zat tersebut juga meningkat. Temperatur berbanding lurus dengan laju kelarutan (Wardani & Arifiyana, 2020). Hal ini disebabkan oleh partikel bergerak lebih cepat jika suhu meningkat dan proses pencampuran berlangsung cepat (Wardani & Arifiyana, 2020). Proses pengeringan pada bahan protein dapat menyebabkan turunnya kelarutan suatu produk dan kemampuan rehidrasi menjadi kurang baik (Felix *et al.*, 2018). Suhu solvent yang tinggi menyebabkan semakin banyak zat terlarut didalamnya. Padatan sebagai zat terlarut dan pelarutnya berupa cairan dapat meningkatkan laju kelarutan dari zat terlarut. Tetapi, didalam larutan yang hangat beberapa zat padat akan larut dalam jumlah yang sedikit (Singh *et al.*, 2020).

Pengadukan merupakan proses untuk mencampurkan pelarut dan zat yang akan dilarutkan. Pengadukan dapat menyebabkan zat terlarut dapat larut lebih cepat. Menurut Wardani & Arifiyana, (2020), hal itu disebabkan oleh probabilitas tumbukan antara pelarut dan zat terlarut menjadi semakin besar. Laju zat terlarut meningkat ketika pengadukan karena partikel zat terlarut akan menjauh satu sama lain dan membuat pelarut memiliki ruang untuk proses penglarutan (Wardani & Arifiyana, 2020). Maka dari itu,

pelarutnya harus diperhatikan karena pelarut tidak polar akan melarutkan zat terlarut tidak polar juga dan sebaliknya.

Ukuran partikel merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kelarutan dan kebasahan. Ukuran partikel berhubungan erat dengan kelarutan. Ukuran partikel suatu bubuk yang kecil dapat memperluas permukaan bahan tersebut dan menyebabkan kontak yang terjadi antara pelarut dan bubuk semakin besar dan pelarut lebih mudah untuk memecah partikel pada bubuk (Noviantari *et al.*, 2017). Kelarutan suatu zat akan meningkat apabila ukuran partikel semakin kecil (Wardani & Arifiyana, 2020). Partikel yang memiliki ukuran besar dapat memperlambat laju kelarutan karena interaksi yang terjadi antara pelarut dan zat terlarut semakin sulit. Menurut Wardani & Arifiyana (2020), luas permukaan zat terlarut yang besar, maka interaksi antara pelarut dan zat terlarut semakin besar juga dan kelarutan semakin cepat. Luas permukaan dapat mempengaruhi tumbukan pada partikel bahan dengan partikel pelarut.

Kelarutan protein merupakan jumlah dari total protein pada bahan pangan yang digunakan atau dapat larut dengan menggunakan pelarut seperti air (Al Awwaly, 2017). Menurut Al Awwaly (2017), kelarutan suatu protein dipengaruhi oleh sifat ionisasi pada asam amino. Hasil dari nilai kelarutan protein dapat digunakan untuk pengolahan produk protein, menentukan fungsi protein, serta pengoptimalan dalam proses isolasi. Setiap jenis golongan protein memiliki tingkat kelarutan yang berbeda-beda. Sifat kelarutan protein dipengaruhi oleh jenis pelarut, suhu, pH, dan jenis protein. pH protein yang berada di atas pH isoelektriknya dapat meningkatkan kelarutan karena daya tarik menarik antar protein menurun. Hal ini menyebabkan protein dapat berinteraksi dengan pelarut dan protein sangat mudah terurai. Kelarutan pada golongan protein dapat menurun ketika ditambahkan larutan garam seperti  $\text{CaSO}_4$  (Al Awwaly, 2017). Faktor yang mempengaruhi kelarutan protein antara lain komposisi asam amino, suhu, pH, bahan pelarut, berat molekul, dan proses pembuatan (Al

Awwaly, 2017). Kelarutan protein berhubungan erat dengan hidrofobisitas tetapi berbanding terbalik.

#### 1.2.4. Model Persamaan Pengukuran Tingkat Kelarutan Berdasarkan Referensi

Pengukuran tingkat kelarutan dari beberapa referensi yaitu menghitung berat residu setelah pengeringan. Model persamaan kelarutan berdasarkan penelitian sebelumnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Model Persamaan Kelarutan

Penulis	Judul Jurnal	Persamaan Kelarutan
Yuliawaty & Susanto, 2015	Pengaruh Lama Pengeringan dan Konsentrasi Maltodekstrin terhadap Karakteristik Fisik Kimia dan Organoleptik Minuman Instan Daun Mengkudu ( <i>Morinda citrifolia</i> L)	$\text{Kelarutan (\%)} = \left( \frac{b-a}{a} \right) \times 100\%$ Ket: a = Berat sampel awal b = Berat akhir
Kainuma et al., 1967	Pengaruh Kombinasi Bahan Pengisi Maltodekstrin dan Karagenan Terhadap Karakteristik Bubuk Flavor Lemi dari Rajungan	$\text{Kelarutan (\%)} = \left( \frac{\text{berat endapan kering}}{\text{berat sampel awal}} \right)$
Syafi'i et al., 2016	Optimasi Proses Pembuatan Bubuk Oleoresin Lada (Piper	$\text{Kelarutan (\%)} = 1 - \left( \frac{c-b}{a} \right) \times 100$ Ket: a = Berat sampel awal

	nigrum) Melalui Proses Emulsifikasi dan Mikroenkapsulasi	b = Berat kertas saring sebelum di oven c = Berat kertas saring dan sampel setelah didinginkan
--	----------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------

Terdapat tiga referensi model persamaan untuk menghitung tingkat kelarutan (kelarutan) berdasarkan referensi jurnal pada table 5. Pada persamaan 1 dari Yuliawaty & Susanto, (2015), persamaan yang mempunyai konsentrasi maltodekstrin yang berbeda untuk melihat pengaruh maltodekstrin terhadap kelarutan bubuk. Kemudian, untuk persamaan kedua dari Kainuma *et al.*, (1967) serta persamaan ketiga AOAC dalam Syafi'i *et al.*, (2016), kedua persamaan tersebut menghitung total residuakhirnya setelah melalui proses pengeringan dengan menggunakan oven. Ketiga referensi jurnal ini memiliki persamaan yaitu menghitung total residu dan menggunakan metode pengeringan dengan oven. Ketiga jurnal ini menggunakan bahan dalam bentuk bubuk. Referensi jurnal 1 menggunakan maltodekstrin dengan bubuk ekstrak daun mengkudu. Kemudian, jurnal 2 menggunakan bubuk flavor lemi rajungan. Jurnal ketiga menggunakan maltodekstrin dan bubuk ekstrak oleoresin.

### 1.2.5. Uji Kebasahan

Kebasahan merupakan waktu yang menunjukkan kemampuan susu bubuk dapat bercampur dengan air (Immaningsih, 2013). Menurut Galet *et al.*, (2010), keterbasahan pada bubuk merupakan salah satu parameter penting yang terlibat dalam masalah praktis seperti menentukan karakterisasi dispersibilitas bubuk didalam cairan dan sebagainya. Menurut Hartono *et al.*, (2018), kebasahan merupakan proses yang menjadi penentu dari kecepatan proses pelarutan suatu bubuk. Uji kebasahan menunjukkan interaksi molekul yang terjadi antara fase air dan fase padat (Lee *et al.*, 2014). Kebasahan yang baik pada susu bubuk yaitu dalam kurun waktu

kurang dari 30 detik (Hartono *et al.*, 2018). Kebasahan pada bubuk berhubungan erat dengan kemampuan bubuk untuk menyerap air. Semua bahan yang digunakan untuk membuat susu bubuk memiliki kebasahan yang berbeda, sehingga mempengaruhi kelarutan, viskositas, dan kapasitas bahan mengikat air (Silva & O'Mahony, 2017). Kebasahan dipengaruhi oleh ukuran partikel, kandungan bahan dalam bubuk, proses pembuatan bubuk (Hartono *et al.*, 2018).

Kebasahan berhubungan erat dengan ukuran partikel karena mampu mempengaruhi porositas suatu bubuk dan volumenya (Hartono *et al.*, 2018). Menurut Fournaise *et al.*, (2021), dalam susu bubuk bisa dilihat hubungan antara ukuran partikel dan kebasahan. Bubuk yang memiliki ukuran partikel lebih dari 100 $\mu\text{m}$  dapat mempermudah cairan membasahi bubuk tersebut (Selomulya & Fang, 2013). Hal ini disebabkan karena air sangat sulit menembus bubuk yang memiliki ukuran partikel kecil (<100 $\mu\text{m}$ ) (Fitzpatrick *et al.*, 2016). Oleh karena itu, bubuk yang memiliki ukuran partikel besar dan ukuran pori-pori yang besar menghasilkan waktu kebasahan yang sangat cepat (Lee *et al.*, 2014).

### **1.2.6. Optimasi Formulasi**

Optimasi merupakan pencapaian suatu usaha atau tindakan yang terbaik dari sebuah pencapaian solusi masalah untuk menghasilkan produk atau hasil yang terbaik (Supratman, 2016). Optimasi bertujuan untuk meminimalkan biaya produksi, menghasilkan keuntungan, dan mendapatkan bahan baku terbaik agar tercapai efisiensi (Hartono, 2016). Formulasi merupakan teknik menggabungkan komponen-komponen atau bahan-bahan yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk. Optimasi formulasi merupakan suatu usaha untuk memilih komponen atau bahan baku terbaik.

### **1.3.Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui tingkat kelarutan dan tingkat kebasahan dari bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan susu bubuk, mengoptimasi formulasi berdasarkan tingkat kelarutan bahan baku, dan menyusun pemodelan matematika untuk melakukan prediksi tingkat kelarutan dari produk akhir.

