

3. HASIL PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bahan baku golongan protein yang memiliki kelarutan terbaik sehingga susu bubuk yang dihasilkan memiliki kualitas yang sangat baik. Dalam penelitian ini, ada lima jenis bahan baku golongan protein.

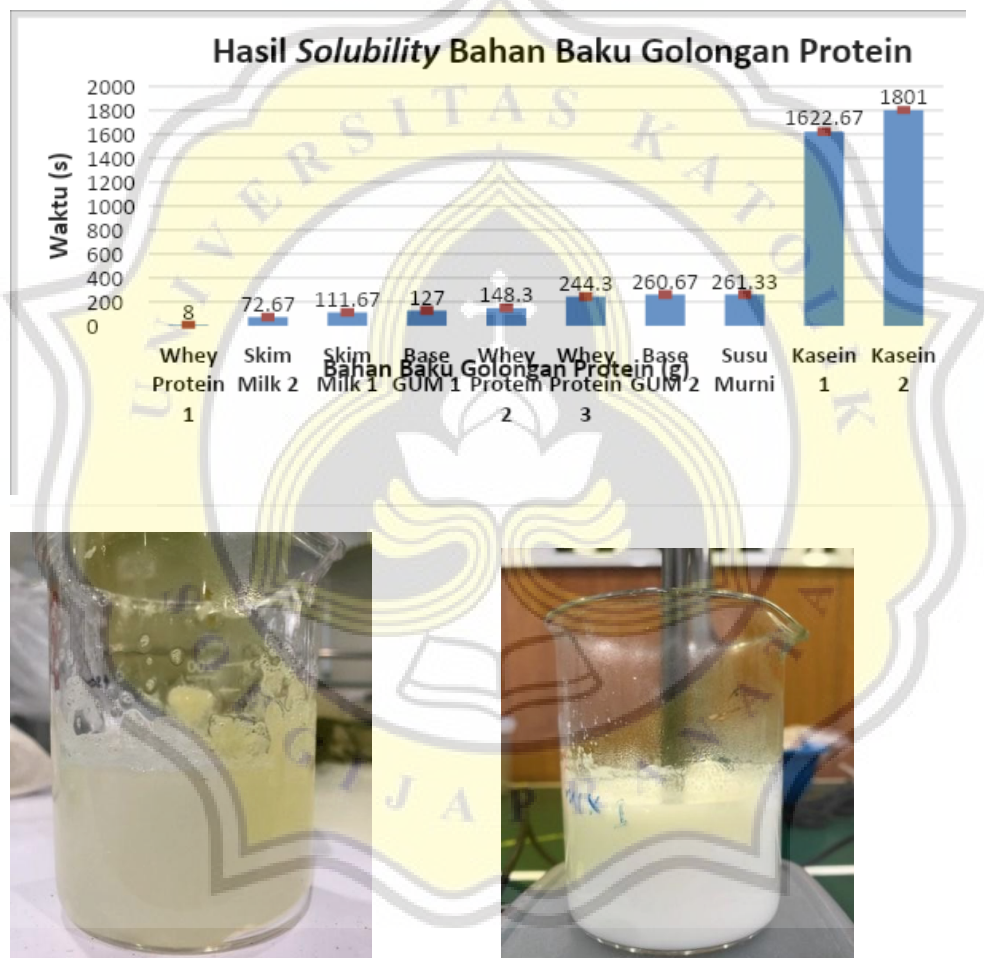
3.1. Tingkat Kelarutan Bahan Baku Golongan Protein

Hasil uji kelarutan dan uji keterbasahan pada masing-masing golongan berbeda-beda. Hasil nilai rata-rata (*mean*) dari tiga ulangan per bahan baku. Satuan dari hasil uji kelarutan dan kebasahan yaitu detik (s).

Hasil uji kelarutan pada bahan baku golongan protein dapat dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan Gambar 5, *whey protein* 1 memiliki nilai kelarutan (detik) yang paling kecil atau paling cepat dari semua jenis bahan yaitu 8 detik. Kemudian, bahan kedua yaitu susu skim 2 dengan kelarutan 72,67 detik. Selanjutnya, susu skim 1 dengan kelarutan 111,7 detik. Bahan baku *base GUM* yang memiliki kelarutan paling cepat yaitu *Base GUM* 1 dalam waktu 127 detik. Kemudian, *whey protein* 2 lebih cepat larut dibandingkan 3 dalam waktu sekitar 148,3 detik dan 244,3 detik. Bahan *base GUM* 2 memiliki kelarutan yang mirip dengan susu murni yaitu 260,7 detik dan 261,33 detik. Bahan baku yang paling susah larut yaitu kasein. Kasein 1 lebih mudah larut dibandingkan kasein 2 yaitu 1622,7 detik. Bahan yang paling susah larut membutuhkan waktu lebih dari 30 menit.

Berdasarkan Tabel 3. terdapat tiga jenis *whey protein* dengan pengujian ANOVA. Nilai signifikansi perbedaan tingkat kelarutan dari tiga jenis *whey protein* sebesar 0,000 yang menunjukkan $\alpha < 0,05$. Hasil ini menunjukkan ketiga *whey protein* memiliki perbedaan yang sangat signifikan dan berpengaruh nyata terhadap tingkat kelarutan ($t(1) = 8,00$, $t(2) = 148,33$,

dan $t(3) = 244,33$). Kemudian, untuk golongan kasein menggunakan uji T-Test memiliki nilai signifikansi sebesar $0,000$ ($\alpha < 0,05$). Hasil ini menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan dan nyata dari kedua sampel kasein terhadap kelarutan ($t(2) = 1622,67$ dan $t(4) = 1801$). Perbedaan sampel kasein dapat diamati secara visual yaitu warna larutan dan terdapat gumpalan. Berdasarkan Gambar 5. kasein 1 (gambar kanan) menunjukkan warna larutan sampel yang putih susu dan tidak ada gumpalan yang terlihat di permukaan atas bahkan menempel di dinding



beaker glass. Sedangkan, kasein 2 (gambar kiri) terdapat gumpalan seperti gel yang menempel di dinding *beaker glass* serta warna dari larutan tersebut jenuh (kuning kecoklatan). Kemudian, sampel susu skim memiliki nilai signifikansi sebesar $0,000$ ($\alpha < 0,05$). Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada bahan baku golongan *milk*. Kemudian, tiga jenis bahan baku berpengaruh nyata terhadap tingkat kelarutan ($t(1) =$

72,67, $t(2) = 111,67$.

Tabel 3. Kelarutan Bahan Baku Golongan Protein

Kelompok Sampel	Sampel	Kelarutan (s)	Signifikansi	pH
<i>Whey protein</i> (WP) ¹	WP 1	8 ± 0 ^a	,000	5.94
	WP 2	148,33 ± 2,52 ^b		6.2
	WP 3	244,33 ± 6,03 ^c		6.1
Kasein ²	Kasein 1	1622,67 ± 2,52	,071	6.65
	Kasein 2	1801 ± 0		6.43
Susu Skim ²	<i>Skim milk</i> 1	111,67 ± 3,79	,000	6.31
	<i>Skim milk</i> 2	72,67 ± 3,51		6.34
Base GUM ²	Base GUM 1	127 ± 4	,801	6.52
	Base GUM 2	260,67 ± 4,16		6.53

Keterangan:

Angka dengan huruf superskrip serta dicetak tebal menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Data yang ditampilkan merupakan rata-rata kelarutan per golongan bahan baku serta standar deviasinya

Base GUM merupakan *base Growing Up Milk*

Superskrip 1 merupakan sampel yang diuji dengan menggunakan uji One Way ANOVA

Superskrip 2 merupakan sampel yang diuji dengan menggunakan uji T-Test

3.2. Pengaplikasian Model Persamaan Tingkat Kelarutan Berdasarkan Referensi Dalam Formulasi


Referensi jurnal model persamaan ini dapat mendukung hasil dari pengukuran tingkat kelarutan golongan protein yang dilakukan di laboratorium perusahaan. Referensi model persamaan ini diaplikasikan kedalam beberapa bahan baku dari setiap golongan protein PT. Sanghiang Perkasa. Hasilnya bisa dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Kelarutan Referensi Jurnal dan Alat Perusahaan

Bahan Baku	Hasil Uji Kelarutan (s)	Referensi Jurnal (Residu) (%)
<i>Skim milk 2</i>	72,7	2
<i>Whole Milk</i>	261,3	2
<i>Base Gum 1</i>	124	1
Kasein 2	>1800	21
60% Malto + 40% WP 3	29,7	3
80% Malto + 20% Kasein 1	284	4

Berdasarkan Tabel 4. Perusahaan tidak dapat menggunakan model persamaan dari referensi jurnal karena analisis kelarutan yang dilakukan yaitu menghitung waktu bahan baku yang dapat larut di dalam air. Pada tabel 3, dapat dilihat bahwa kasein 2 merupakan bahan baku yang paling susah larut dari semua bahan baku yang digunakan PT. Sanghiang Perkasa dalam membuat susu bubuk serta memiliki nilai residu yang paling Hasil uji kelarutan dengan alat memiliki waktu larut lebih dari 30 menit.

3.3. Model Persamaan Tingkat Kelarutan dengan Rstudio



$$\text{Kelarutan} = 778,98 + \Sigma (\text{Koeff. RM} \times \%usage)$$

Berdasarkan rumus yang sudah didapatkan, dapat dilihat bahwa terdapat koefisien bahan baku dan % usage penggunaan bahan baku tersebut dalam pembuatan susu bubuk. Sedangkan untuk nilai a didapatkan dari intercept (estimasi) rumus tersebut. Nilai dari koefisien bahan baku dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Koefisien Bahan Baku

Bahan Baku	Nilai Estimasi	p-value
Maltodekstrin ^a	-880,10	< 2e-16***
Whole milk ^b	-543,10	5,64e-10***
Skim milk 2 ^c	-707,42	4,07e-16***
Base GUM 1 ^d	-648,22	7,80e-13***
Whey protein 3 ^e	-578,09	8,87e-11***
Whey protein 4 ^f	-32,29	0,4399
Whey protein 5 ^g	-208,54	0,0125*
Kasein 1 ^h	1109,63	< 2e-16***
Kasein 2 ⁱ	2923,47	< 2e-16***
Isolat Protein 1 ^j	1983,71	< 2e-16***
Skim milk 1 ^k	-622,04	4,70e-12***
Base GUM 2 ^l	-586,06	5,25e-11***
Whey protein 2 ^m	-620,44	5,24e-12***
Isolat Protein 2 ⁿ	3196,70	< 2e-16***
Soy Protein 1 ^o	-471,09	6,88e-08***
Soy Protein 2 ^p	-227,61	0,0215

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 125 on 164 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.9339, Adjusted R-squared: 0.9274
 F-statistic: 144.8 on 16 and 164 DF. p-value: < 2.2e-16

Berdasarkan Tabel 5. model persamaan yang didapatkan memiliki nilai Multiple R-squared yang termasuk dalam kategori kuat (> 0,5). Persamaan regresi bisa digunakan untuk mengetahui atau memprediksi pengaruh variabel bebas terhadap terikat dan mengukur hubungan antar variabel. Persamaan regresi linier adalah model perhitungan statistik yang digunakan untuk mengetahui pengaruh antara satu variabel dengan variabel lainnya sehingga didapatkan prediksi nilai yang lebih akurat. Pada optimasi uji kelarutan ini terdapat beberapa variabel bebas (bahan baku) yang sudah

diketahui nilainya.

Model persamaan yang didapatkan sudah di uji coba di laboratorium PT. Sanghiang Perkasa dengan uji kelarutan menggunakan alat *turrax* dan metode dari perusahaan. Hasil dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Uji Model Persamaan Kelarutan

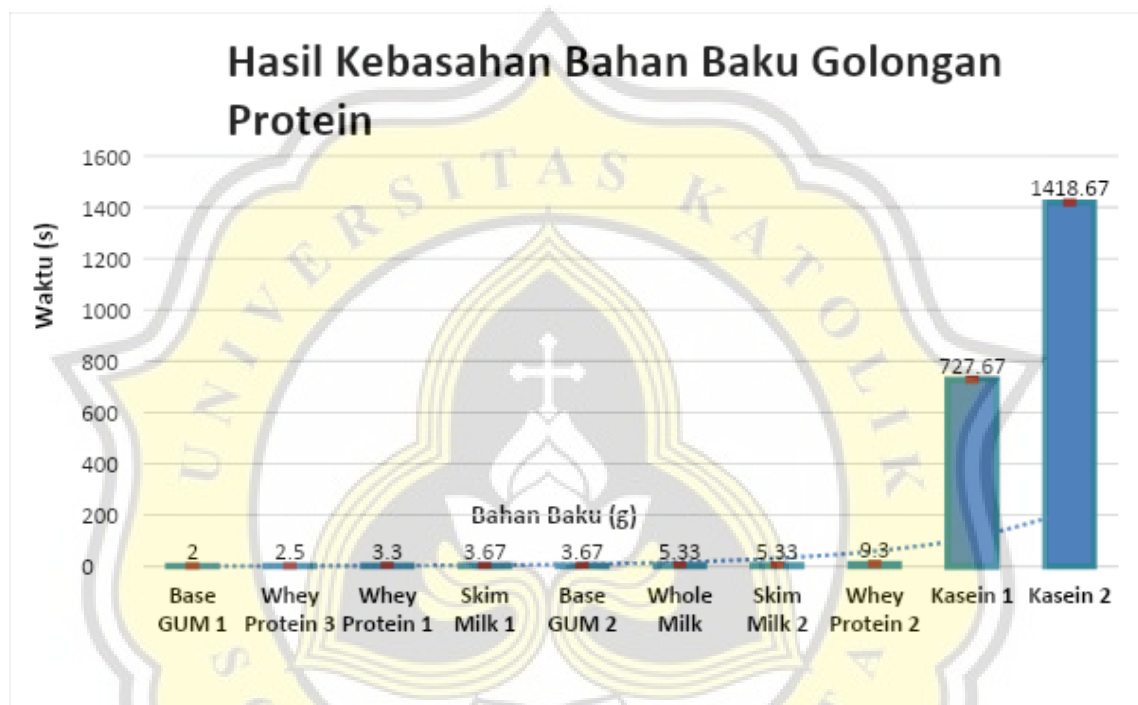
Sampel	Hasil kelarutan (s)	Hasil Model Persamaan (s)
Maldeks + <i>Whole Milk</i> + <i>Skim milk</i> 2	53,67	52,62
Maldeks+ <i>Whole Milk</i> + <i>Skim milk</i> 2+WP3+WP4	128	126,61
Maldeks + WP 4 + WP 3 + Kasein 1	215	212,84
Maldeks+ <i>Whole Milk</i> + <i>Skim milk</i> 2+ <i>Base GUM</i> 1	43,67	42,81
Maldeks+ WP4 + WP3	97,67	98,65

Pada Tabel 6. bisa dilihat bahwa hasil uji kelarutan dengan menggunakan *turrax homogenizer* dan hasil perhitungan prediksi model persamaan kelarutan memiliki standar deviasi yang kecil sehingga pemodelan regresi linier ini dapat dijadikan untuk model prediksi persamaan kelarutan.

3.4. Tingkat Kebasahan Bahan Baku Golongan Protein

Hasil uji kebasahan pada bahan baku golongan protein dapat dilihat pada Gambar 7. Berdasarkan Gambar 7, *base GUM* 1 memiliki nilai kebasahan (detik) yang paling kecil atau paling cepat dari semua jenis bahan yaitu 2 detik. Kemudian, bahan kedua yaitu whey protein 3 dengan tingkat kebasahan 2,5 detik. Selanjutnya, whey protein 1 dengan kebasahan 3,3 detik. Bahan baku susu skim yang memiliki tingkat kebasahan paling cepat

yaitu susu skim 1 dalam waktu 3,67 detik. Kemudian, *base* GUM 2 sekitar 3,67 detik. Kemudian, *base* GUM 2 sekitar 3,67 detik. Nilai kebasahan pada susu murni dan susu skim 2 memiliki nilai yang sama yaitu 5,33 detik. Kemudian, *whey* protein 2 membutuhkan waktu 9,3 detik untuk membasahi semua permukaan bubuk. Bahan baku yang paling susah terbasahi yaitu kasein. Kasein 1 lebih mudah basah dibandingkan kasein 2 yaitu 727,67 detik dan 1418,67 detik atau 23 menit



Gambar 7 Hasil Kebasahan Bahan Baku Golongan Protein

Berdasarkan Tabel 7. Terdapat tiga jenis *whey protein* dengan menggunakan ANOVA. Nilai signifikansi perbedaan uji kebasahan dari tiga jenis *whey protein* sebesar 0,085 yang menunjukkan $\alpha > 0,05$. Hasil ini menunjukkan ketiga *whey protein* tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat kebasahan dan tidak ada beda nyata satu sama lain ($t(2) = 3,00$, $t(6) = 3,33$, dan $t(8) = 7,33$). Hasil analisa sampel kasein dengan menggunakan T-Test menunjukkan nilai signifikansi 0.000 yang menunjukkan $\alpha < 0,05$. Sehingga, hasil ini menunjukkan bahwa adanya perbedaan nyata dan pengaruh dari kedua kasein ini terhadap uji kebasahan ($t(3,625) = 727,67$ dan $t(4) = 1418,670$). Begitupula dengan susu skim memiliki nilai

signifikansi 0,000 yang menunjukkan $\alpha < 0,05$. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh dan perbedaan yang nyata pada bahan baku golongan *skim milk* terhadap tingkat kebasahan ($t(2) = 3,67$, $t(6) = 5,33$, dan $t(8) = 10,67$). Sedangkan, *base GUM* nilai signifikansi sebesar 0,05 ($\alpha = 0,05$). Hasil ini menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata dan pengaruh bahan baku golongan *Base gum* terhadap tingkat kebasahan ($t(4) = 2,33$ dan $t(4) = 3,67$).



Tabel 7 Hasil Keterbasahan Bahan Baku Golongan Protein

Kelompok Sampel	Sampel	Kelarutan (s)	Signifikansi	pH
<i>Whey protein</i> (WP) ¹	WP 1	3,33 ± 0,57	,085	5,94
	WP 2	9,33 ± 2,08		6,2
	WP 3	2,5 ± 1		6,1
Kasein ²	Kasein 1	727,67 ± 2,51	,632	6,65
	Kasein 2	1418,67 ± 3,51		6,43
Susu Skim	<i>Skim milk</i> 1	3,67 ± 0,57	,000	6,31
	<i>Skim milk</i> 2	5,33 ± 0,57		6,34
<i>Base GUM</i> ²	<i>Base GUM</i> 1	2,33 ± 0,57	1,000	6,52
	<i>Base GUM</i> 2	3,67 ± 0,57		6,53



Keterangan:

Base GUM merupakan *Growing Up Milk*.

Data yang ditampilkan merupakan rata-rata kelarutan per golongan bahan baku serta standar deviasinya

Superskrip 1 merupakan sampel yang diuji dengan menggunakan uji One Way ANOVA

Superskrip 2 merupakan sampel yang diuji dengan menggunakan uji T-Test

3.5. Korelasi Antar Parameter

Hasil analisis hubungan korelasi kelarutan, kebasahan, dan pH pada 4 jenis bahan baku golongan protein bisa dilihat pada Tabel 8. Berdasarkan Tabel 8, bisa diamati bahwa pada bahan baku golongan *whey protein* tingkat kelarutan memiliki hubungan korelasi yang besar dengan pH. Selain itu, tingkat kelarutan dan pH menghasilkan tingkat korelasi yang nyata karena memiliki nilai signifikansi sebesar 0,036 ($\alpha < 0,05$). Sedangkan, korelasi antara tingkat kebasahan dengan pH serta kelarutan tidak memiliki korelasi yang signifikan.

Nilai korelasi pada golongan kasein dapat dilihat juga pada Tabel 8, bahwa hubungan korelasi antara kelarutan dan kebasahan bahan baku kasein memiliki hubungan yang sangat besar dan nilai signifikansi sebesar (0,000). Sedangkan, hubungan korelasi antara pH dengan tingkat kelarutan serta kebasahan berbanding terbalik (-1,000), tetapi korelasinya nyata (0,000).

Pada golongan susu skim, korelasi antara kelarutan dan kebasahan nyata (0,000). Korelasi antara pH dan kebasahan lebih sangat besar dibandingkan korelasi kelarutan dan kebasahan karena hasilnya mendekati 1 (0,988). Selain itu, pH dan kelarutan memiliki hubungan korelasi yang nyata (0,001).

Terakhir, hubungan korelasi tingkat kelarutan bahan baku golongan *Base GUM* dengan tingkat kebasahannya memiliki hubungan yang nyata ($\alpha_{0,044} < 0,05$). Sedangkan, korelasi antara tingkat kelarutan dan pH nyata karena memiliki nilai signifikansi (0,000). Korelasi tingkat kebasahan *Base GUM* dengan pH yaitu nyata karena nilai signifikan sekitar 0,047.

Tabel 8 Korelasi Parameter Kelarutan, pH, dan Kebasahan

Bahan baku	Parameter	Kelarutan	Kebasahan	pH
<i>Whey protein</i>	Kelarutan	1	.028	.700*
	Kebasahan	,028	1	,560
	pH	,700*	,560	1
Susu Skim	Kelarutan	1	,903**	,913**
	Kebasahan	,903**	1	,988**
	pH	,913**	,988**	1
Kasein	Kelarutan	1	1,000**	-1,000**
	Kebasahan	1,000**	1	-1,000**
	pH	-1,000**	-1,000**	1
<i>Base GUM</i>	Kelarutan	1	,824*	,999**
	Kebasahan	,824*	1	,816*
	pH	,999**	,816*	1

Notes:

Semua data merupakan hasil dari uji *pearson correlation* (dua sisi).

Nilai dengan simbol * menunjukkan korelasi yang signifikan dengan tingkat signifikansi 0,05

Nilai dengan simbol ** menunjukkan korelasi yang sangat signifikan dengan tingkat signifikansi 0,01