

## PEMODELAN KINETIKA PADA PEMBUATAN YOGHURT POWDER DENGAN METODE PENGERINGAN BUSA (*FOAM MAT DRYING*) MENURUT MODEL KINETIKA PAGE, LEWIS, HENDERSON-PABIS DAN LOGARITMIC

Farikha Maharani<sup>1\*</sup>, Indah Hartati<sup>1</sup>, Fatnawati Nur Hidayah<sup>1</sup>, Mega Kasmiyatun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim Semarang

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

\*Email : [farikharani9@gmail.com](mailto:farikharani9@gmail.com)

### Abstrak

Yoghurt sangat diminati oleh masyarakat menjadikan konsumsi yoghurt setiap tahunnya mengalami peningkatan. Saat ini yoghurt lebih banyak diproduksi dalam bentuk cair sehingga mempunyai umur simpan yang relative singkat. Oleh karena itu, perlu dilakukan cara untuk mengubah bentuk yoghurt dari bentuk cair menjadi bentuk bubuk yang akan meningkatkan umur simpannya dan mempermudah dalam proses pendistribusian. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan metode pengeringan busa atau *foam mat drying*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji kinetika pengeringan busa yoghurt menggunakan model kinetika Page, Lewis, Henderson-Pabis dan Logaritmic. Penelitian ini focus pada analisis data eksperimental untuk mengidentifikasi model kinetika yang paling sesuai untuk menggambarkan fenomena pengeringan busa. Selain itu penelitian ini juga dapat berkontribusi dalam penghematan energi dan pengurangan waktu proses yang penting dalam industri pengolahan pangan. Metode penelitian dengan pengeringan busa memiliki variabel berubah susu skim 10%, 15%, 20%, 25% serta variabel tetap maltodekstrin 10% dan tween 80. Hasil penelitian memperlihatkan nilai SSE model kinetika Page, Lewis, Henderson-Pabis dan Logaritmic dengan penambahan susu skim 25% secara berurutan yaitu 0,00532; 0,01236; 0,03919 dan 0,00759. Nilai SSE digunakan untuk mengevaluasi keakuratan model dimana nilai SSE yang kecil menunjukkan bahwa model kinetika yang digunakan bisa memprediksi data pengeringan busa dengan tingkat akurasi yang tinggi. Hasil diatas terlihat bahwa nilai SSE model kinetika Page lebih kecil dari model kinetika lainnya sehingga model kinetika Page yang memiliki tingkat kesesuaian yang lebih tinggi.

**Kata kunci :** yoghurt, *foam mat drying*, susu skim, kinetika pengeringan

### PENDAHULUAN

Yoghurt merupakan susu asam yang diperoleh dari hasil fermentasi susu dengan bakteri asam laktat (BAL). Bakteri yang biasanya digunakan dalam proses pembuatan yoghurt adalah *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Pada masa sekarang ini yoghurt lebih banyak di jual dalam bentuk cair yang memiliki masa simpan yang singkat yaitu selama satu hari pada suhu kamar (25 - 30°C) dan dapat bertahan selama kurang lebih 5 hari jika berada pada suhu 7°C (Kumar dkk, 2004). Oleh karena itu untuk memperpanjang masa simpannya maka perlu mengubah bentuk yoghurt dari cair menjadi bubuk dengan melakukan proses pengeringan.

Salah satu cara pengeringan yang aman digunakan dan dapat dilakukan pada suhu rendah adalah pengeringan busa atau *foam mat drying*. Proses ini mudah digunakan dan jika di lakukan pada suhu rendah, maka aman untuk bakteri probiotik yang ada dalam yoghurt. Hal ini karena yoghurt merupakan bahan yang peka terhadap panas (Miskiyah, 2019).

Teknik *Foam mat drying* adalah proses pengeringan dengan penambahan bahan pembusa kedalam material yang akan dikeringkan. Bahan pembusa memiliki peran dalam mempercepat proses pengeringan, menurunkan kadar air bahan yang dikeringkan dan menghasilkan produk bubuk yang memiliki struktur remah (Fifi dkk, 2019; Murtala, 1999; Khotimah, 2006; Prasetyaningrum dkk, 2012). Selain bahan pembusa, juga diperlukan bahan pengisi yaitu bahan enkapsulan yang dalam hal ini adalah mikroenkapsulasi. Teknik *foam mat drying* dapat memperluas permukaan kontak dari bahan dengan udara pengering, laju perpindahan panas konveksi dan difusivitas uap air akan meningkat yang akan mengakibatkan laju pengeringan

---

akan naik pada suhu yang lebih rendah. Kelebihan dari teknik foam mat drying yaitu dapat mempertahankan kandungan senyawa yang mudah menguap (Nusa, 2019).

Mikroenkapsulasi probiotik adalah proses untuk menahan sel probiotik dengan suatu bahan membrane enkapsulasi baik dalam bentuk suspense, emulsi maupun disperse untuk menghambat pengurangan sel bakteri selama proses pengeringan berlangsung (Haryo Bimo dkk, 2018). Bahan mikroenkapsulan dalam pembuatan yoghurt bubuk ini yaitu menggunakan maltodekstrin dan susu skim, sedangkan sebagai bahan pembusa adalah Tween 80.

Maltodekstrin merupakan suatu produk hidrolisis pati parsial yang dibuat dengan penambahan asam atau enzim serta mengandung ikatan (1,4)glycosidic. Maltodekstrin merupakan campuran dari glukosa, maltose, oligosakarida dan dekstrin. Rumus umum dari maltodekstrin adalah  $(C_6H_{10}O_5)_nH_2O$ . Maltodekstrin memiliki sifat yang cenderung menyerap air (higroskopis) sehingga baik sebagai bahan enkapsulan (Meriatna, 2013).

Bahan lain selain maltodekstrin adalah susu skim yang merupakan bagian susu yang tertinggal sesudah krim diambil sebagian atau seluruhnya. Susu skim mengandung semua zat makanan susu, sedikit lemak dan vitamin yang larut dalam lemak. Seperti vitamin A, D, E dan K. Susu skim seringkali disebut sebagai susu bubuk tak berlemak yang banyak mengandung protein. Beberapa orang mengkonsumsi susu skim karena menginginkan nilai kalori rendah dalam makanannya, hal ini karena susu skim hanya mengandung 55% dari seluruh energi susu. Susu skim juga dimanfaatkan dalam pembuatan keju dengan lemak yang rendah (Dewi Istika, 2012).

Proses pengeringan busa dapat diterapkan dalam beberapa model kinetika pengeringan seperti model Lewis, Page, Modified Page, Overhults, Henderson and Pabis, Logarithmic, Two term exponential, Wang and Singh, Thompson dan Weibull distribution (Xiao et al, 2012). Beberapa model ini sudah pernah diterapkan pada proses pengeringan busa seperti pada pengeringan busa terhadap ampas teh yang sudah dilakukan oleh Hartati dkk (2018) yang menyatakan bahwa kinetika pengeringan busa terhadap ampas teh dengan menggunakan model kinetika Lewis, Page dan Henderson-pabis yang menunjukkan hasil bahwa model Page memiliki kesesuaian yang tinggi terhadap data eksperimen yang ditunjukkan dengan nilai konstanta kecepatan pengeringan ( $k$ ) semakin meningkat dengan bertambahnya maltodekstrin. Penelitian lainnya adalah penelitian dari Safrina dkk (2021) yang juga menyatakan bahwa model kinetika Page memiliki kesesuaian yang lebih tinggi dibandingkan pada model kinetika Lewis. Dari hasil percobaan menunjukkan bahwa model Page dapat mewakili perilaku pengeringan T. vulgaris dengan melihat dari semakin tingginya nilai koefisien determinasi antara kadar air yang diperoleh dengan kadar air prediksi. Arifah dkk (2017) menyatakan bahwa nilai koefisien determinasi pada model page lebih tinggi dibandingkan dengan model kinetika Newton, Henderson-Pabis dan Logarithmic. Hal ini menjadikan model Page adalah model kinetika yang paling sesuai dengan data percobaan.

Beberapa model kinetika pengeringan busa diatas masih menggunakan model kinetika yang mengembangkan bahan yang mudah untuk diproses seperti cairan suatu bahan yang diproses menjadi bubuk, tetapi belum banyak penelitian model kinetika yang dirancang khusus untuk mengeringkan yoghurt yang memiliki karakteristik unik seperti kondisi bakteri baik dalam yoghurt, kandungan protein, kandungan lemak dan asam organik yang dapat mempengaruhi laju pengeringan sehingga perlu dilakukan penelitian kinetika model pengeringan busa pada yoghurt.

Hipotesis secara umum pada model kinetika pengeringan busa untuk yoghurt secara spesifik dapat memperlihatkan terjadinya perubahan kadar air selama proses pengeringan dengan mempertimbangkan kondisi fisikokimia dari yoghurt. Sedangkan hipotesis lainnya berhubungan dengan pengaruh suhu pengeringan yang akan mempercepat laju pengeringan busa yoghurt tetapi dapat mengurangi kualitas probiotik dan kandungan nutrisi yoghurt. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji kinetika pengeringan busa yoghurt menggunakan model kinetika *Page, Lewis, Henderson-Pabis* dan *Logarithmic*.

## METODOLOGI

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah yoghurt cair yang dibeli di Toko, susu skim, maltodekstrin, Tween 80, Aquadest dan kertas saring.

Alat yang digunakan adalah timbangan analitik, *Oven Tray Dryer*, beaker glass, pipet ukur, pipet volume dan Erlenmeyer.

### Proses pembuatan yoghurt bubuk

Yoghurt cair sebanyak 100 ml ditambahkan susu skim dengan variasi 10%, 15%, 20% dan 25%, selain itu ditambah maltodekstrin 10% dan Tween 80 sebanyak 5%. Setelah itu semua bahan diaduk dengan homogenizer dengan kecepatan 700 rpm. Setelah homogen, campuran dimasukkan kedalam wadah aluminium foil cup lalu di tutup dengan aluminium foil kemudian dikeringkan menggunakan *food dehydrator* pada suhu 45°C sehingga dihasilkan yoghurt bubuk. Selama pengeringan proses pengeringan juga dilakukan penimbangan setiap 60 menit hingga mencapai berat konstan. Proses pembuatan yoghurt bubuk ini dilakukan replikasi sebanyak 2 kali.

### Persamaan model kinetika

Persamaan model kinetika dalam pembuatan yoghurt bubuk menggunakan 4 (empat) model kinetika yaitu model Lewis, Page, Henderson-Pabis dan Logaritmic. Persamaan model kinetika ini akan menghitung penurunan kadar air yang nantinya akan digunakan untuk menghitung Moisture Ratio (MR). Moisture Ratio adalah ekspresi bilangan tak berdimensi yang merupakan fungsi waktu (Hartati dkk, 2018). Persamaan MR dapat dilihat pada persamaan 1 dibawah ini

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_o - M_e} \quad (1)$$

dimana  $M_o$  adalah kadar air awal,  $M_t$  adalah kadar air pada t tertentu dan  $M_e$  adalah kadar air pada kondisi setimbang (Xiao et al, 2012).

**Tabel 1. Persamaan kinetika pengeringan yoghurt**

No	Model Kinetika	Rumus Persamaan
1	Lewis	$MR = \exp(-kt)$
2	Page	$MR = a \exp(-(kt^n))$
3	Henderson-Pabis	$MR = a \exp(-kt)$
4	Logaritmic	$MR = a \exp(-kt) + c$

dimana k adalah konstanta laju pengeringan, t adalah waktu pengeringan (menit) dan n adalah konstanta pada model

Selain menghitung rumus persamaan keempat model kinetika tersebut, perhitungan kinetika juga melakukan evaluasi ketepatan model dengan menghitung nilai parameter SSE

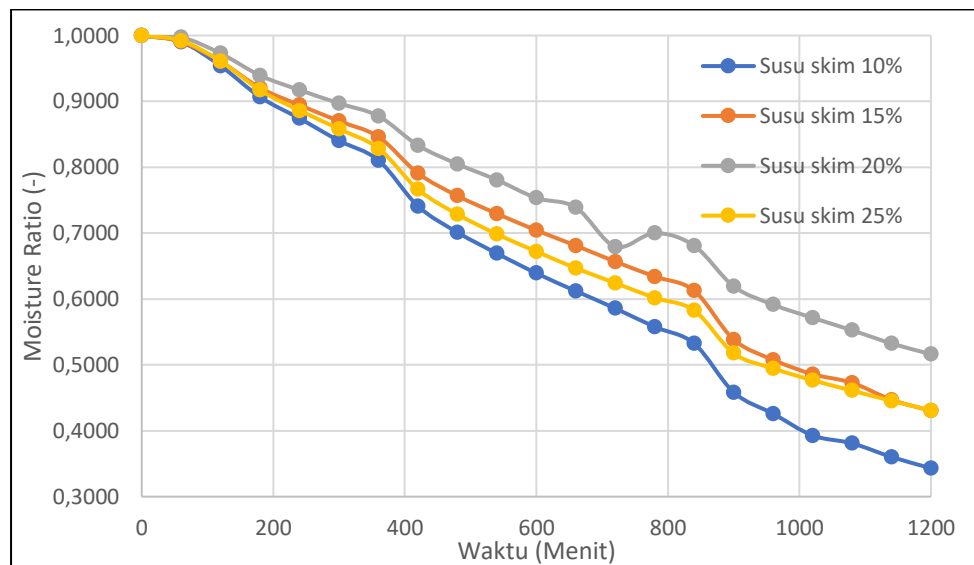
$$SSE = (MR_{eksp} - MR_{hit})^2 \quad (2)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Nilai Moisture Ratio pada Pengeringan Busa Yoghurt

Proses pembuatan yoghurt serbuk dengan metode pengeringan busa (*foam mat drying*) dilakukan dengan mencampurkan yoghurt cair dengan susu skim yang memiliki empat (4) variable yaitu 10%, 15%, 20% dan 25%, kemudian ditambahkan maltodekstrin sebanyak 10% dan Tween 80 sebanyak 5%. Pada proses ini didapatkan data penurunan kadar air pada yoghurt bubuk dengan menghitung Moisture Rationya (MR).

Data  $MR_{eksperimen}$  yoghurt bubuk yang dikeringkan dengan metode foam mat drying atau metode pengeringan busa dapat dilihat pada gambar 1



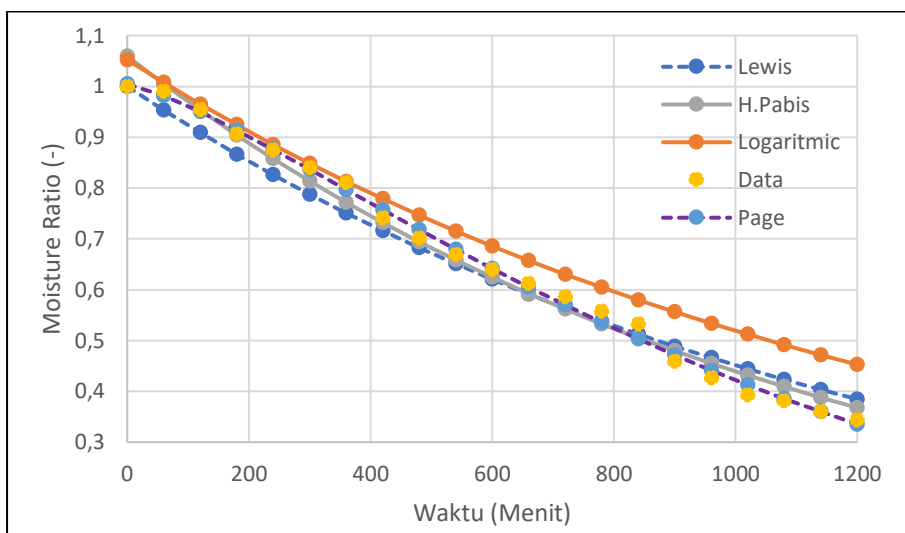
**Gambar 1. Moisture ratio dan waktu pengeringan yoghurt**

Pada gambar 1 diatas memperlihatkan bahwa dengan bertambahnya waktu pengeringan akan menurunkan harga moisture ratio dari yoghurt dan penurunan paling tinggi ada pada penambahan susu skim 10%. Penambahan susu skim 10% yang dicampur dengan maltodekstrin 10% lebih cepat mengering dibandingkan dengan prosentase lain karena jumlah dari campuran bahan tersebut lebih sedikit dibandingkan dengan yang lain sehingga saat dikeringkan akan mejadi lebih cepat kering. Hal ini sesuai dengan penelitian Safrina dkk (2021) yang menyatakan bahwa kenaikan suhu pengeringan akan mempengaruhi penurunan kadar air dimana semakin tinggi suhu pengeringan akan semakin turun kadar air dari bahan tersebut.

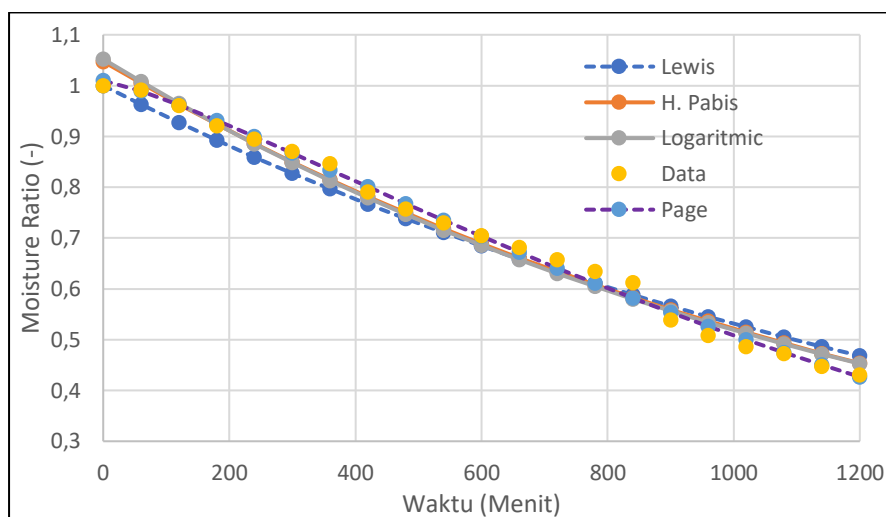
Proses pengeringan menggunakan alat *Food dehydrator* membutuhkan waktu yang lebih lama karena jenis alatnya yang lebih sederhana bila dibandingkan dengan Oven, tetapi kelebihanannya adalah sifat fisik dan kimia dari bahan tersebut tidak gampang rusak. Penelitian yang dilakukan oleh Rauf dan Rivai (2023) menyebutkan bahwa pengeringan menggunakan food dehydrator hampir sama dengan proses pengawetan karena pada prosesnya dilakukan ekstraksi kadar air dalam bahan. Alat food dehydrator memiliki beberapa komponen seperti baki, elemen pemanas, ventilasi udara dan kipas. Komponen ini memiliki fungsi masing – masing yaitu elemen pemanas memiliki fungsi sebagai katalis yang bertanggung jawab untuk meningkatkan suhu dalam alat. Kipas membantu terjadinya sirkulasi udara sehingga akan menghilangkan kelembaban. Kombinasi dari komponen tersebut dapat membantu untuk mencapai hasil pengeringan yang diharapkan.

#### **Nilai Moisture Ratio pada Model Kinetika Pengeringan Busa Yoghurt**

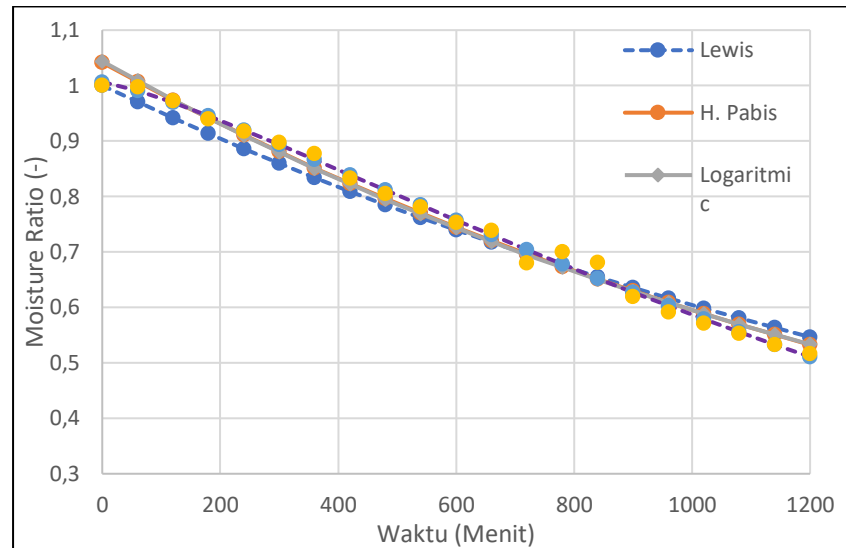
Moisture ratio (MR) hasil perhitungan dengan menggunakan model Lewis, modifikasi Page, Henderson Pabis dan logaritmik disajikan pada gambar 2-5.



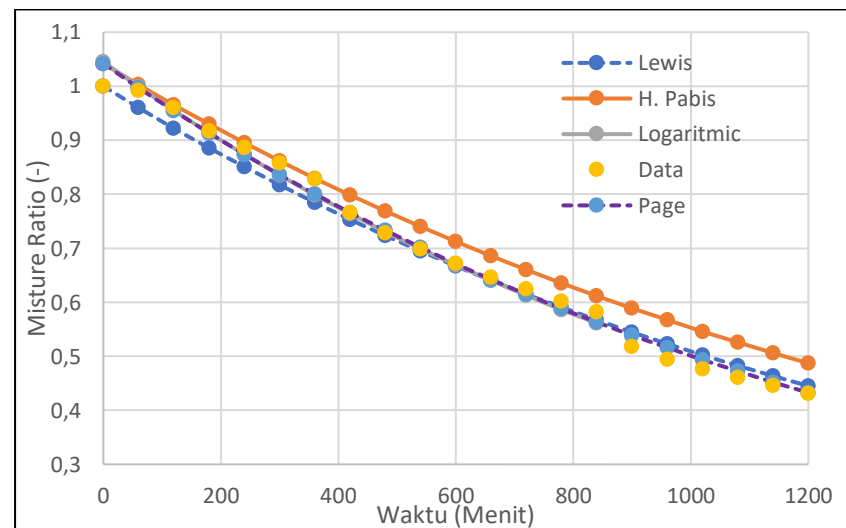
**Gambar 2. Moisture ratio hasil eksperimen dengan moisture rasio hasil perhitungan berdasar keempat model kinetika dengan penambahan susu skim 10%**



**Gambar 3. Moisture ratio hasil eksperimen dengan moisture rasio hasil perhitungan berdasar keempat model kinetika dengan penambahan susu skim 15%**



**Gambar 4.** Moisture ratio hasil eksperimen dengan moisture rasio hasil perhitungan berdasar keempat model kinetika dengan penambahan susu skim 20%



**Gambar 5.** Moisture ratio hasil eksperimen dengan moisture rasio hasil perhitungan berdasar keempat model kinetika dengan penambahan susu skim 25%

**Tabel 2.** Nilai parameter kinetika pengeringan busa

Model Kinetika Pengeringan	Konsentrasi Susu Skim (%)	Parameter				SSE
		k	a	N	c	
<b>Lewis</b>	10	0,000796				0,02754
	15	0,000632				0,01974
	20	0,000504				0,01443
	25	0,000675				0,01236
<b>Page</b>	10	0,000116	1,004521	1,291675		0,00357
	15	0,000121	1,009716	1,250888		0,00330
	20	0,000936	1,006545	1,253561		0,00264
	25	0,000734	1,041942	0,999708		0,00532
<b>Henderson-Pabis</b>	10	0,000881	1,059583			0,01397
	15	0,000697	1,047266			0,01056
	20	0,000559	1,041388			0,00698
	25	0,000633	1,041943			0,03919

<b>Logaritmic</b>	10	0,000928	1,052227	0,015648	0,01538
	15	0,000753	1,007703	0,044452	0,01177
	20	0,000602	0,992155	0,051708	0,00759
	25	0,000787	1,000635	0,044781	0,00593

Berdasarkan gambar 2 – 5 diatas menunjukkan bahwa garis pada model kinetika page memiliki kesesuaian yang lebih tinggi dibandingkan dengan model kinetika lainnya. Hal ini terlihat pada grafik model kinetika page berdekatan dengan grafik percobaan sehingga bisa dinyatakan bahwa model page lebih cocok untuk mempresesntasikan proses pengeringan busa yoghurt. Kesesuaian model kinetika juga di lihat dari nilai SSE dimana nilai SSE mengukur jumlah kesalahan antara nilai prediksi dan nilai aktual (Hermanuadi dkk, 2023).

Berdasarkan dari tabel 2 diatas, terlihat bahwa nilai SSE pada model kinetika page lebih rendah jika dibandingkan dengan SSE model kinetika Lewis, Henderson-Pabis dan Logaritmic, sehingga bisa dinyatakan jika data perhitungan pada model kinetika page lebih memiliki kesesuaian yang tinggi dengan data percobaan. Kondisi ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hermanuadi dkk (2023) yang menyatakan bawah nilai SSE yang rendah akan menunjukkan tingkat kesesuaian yang tinggi antara nilai prediksi dan nilai actual.

Dari tabel 2 terlihat nilai SSE model Lewis dengan penambahan susu skim 10% merupakan nilai SSE tertinggi lalu diikuti dengan penambahan susu skim 15%. Selain itu juga nilai SSE tertinggi berikutnya adalah pada model kinetika Logaritmic dengan penambahan susu skim 10%. Nilai SSE terendah ada pada model kinetika Page dengan nilai berturut – turut dari penambahan susu skim paling rendah yaitu 0,00357; 0,00330; 0,00264 dan 0,00532.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa jika dibandingkan antara model kinetika Page dengan Lewis, Henderson-Pabis dan Logaritmic menunjukkan bahwa model kinetika Page memiliki kesesuaian yang lebih tinggi terhadap data eksperimen. Hal ini didukung dengan grafik data perhitungan model kinetika Page yang berdekatan dengan grafik data percobaan. Selain itu, nilai SSE model kinetika Page yang lebih rendah jika dibandingkan nilai SSE keempat model lainnya yaitu sebesar 0,00357; 0,00330; 0,00264 dan 0,00531. Nilai SSE yang rendah menunjukkan bahwa terdapat kesesuaian yang tinggi pada perhitungan data model kinetika dengan data percobaan.

Hasil penelitian ini dapat membantu dalam proses pengeringan busa yoghurt dalam skala yang lebih besar, hanya saja masih ada beberapa hal terkait kondisi yoghurt baik dari segi nutrisi maupun bakteri baik yang ada dalam yoghurt yang harus di teliti lebih lanjut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali Masykur dan Joni Kusnadi, (2015), Karakteristik kimia dan mikrobiologi yoghurt bubuk kacang tunggal (*vigna unguiculata* L) metode pengeringan beku (Kajian penambahan starter dan dekstrin), Jurnal Pangan dan Agroindustri, vol 3 no 3, hal 1171 – 1179.
- AOAC, (1995), Official Methods of Analysis of The Association of Analytical Chemists, Washington D.C.
- Askar dan Sugiharto, (2005), Uji Kimiawi dan Organoleptik sebagai uji mutu yoghurt, Prosiding Temu Teknis Nasional Tenaga Fungsional Pertanian, Bogor.
- Devi Safrina, Prambayu Brenda Herera dan Eko Supriyanto, (2021), Model Kinetika Pengeringan, kadar sari dan kadar abu *Simplisia Timi* (*Thymus vulgaris* L) dengan beberapa metode pengeringan manual dan oven. Jurnal Agroteknologi Vol 15 No 1 hal 186 – 195.
- Dewi Istika, (2012), Pengaruh variasi konsentrasi susu skim dan tepung gayong (*Canna edulis* Ker) pada kualitas minuman probiotik, Skripsi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Dian Purbasari, (2019), Aplikasi metode Foam mat drying dalam pembuatan bubuk susu kedelai instan, Jurnal Agroteknologi, vol 13 no 1.

- 
- Didik Hermanuadi, Dewi Ratna Dwita, Mohamad Ridwan Nur Alam dan Muhammad Alfi Wijdan, (2023), Pemodelan Matematis Kinetika Pengeringan Lapis Tipis Kunyit dengan Microwave pada berbagai Level Tinggi, The First National Conference On Innovative Agriculture, Departemen Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember, hal 98 – 109.
- Fifi Kurniasari, Indah Hartati dan Laeli Kurniasari, (2019), Aplikasi metode Foam mat drying pada pembuatan bubuk jahe (*Zingiber officinale*), Jurnal Inovasi Teknik Kimia, vol 4 no 1, hal 7 – 10.
- Indah Hartati, Maharani Kusumaningrum dan Laeli Kurniasari, (2018), Pengeringan Busa terhadap Ampas Seduhan The menurut Model Kinetika Lewis, Page dan Henderson – Pabis, Jurnal Inovasi Teknik Kimia, vol 3 no 1, hal 59 – 66.
- Juniawati, Miskiyah dan Ayu Kusuma, (2019), Penambahan enkapsulan dalam proses pembuatan yoghurt powder probiotik dengan metode spray drying, Jurnal penelitian pascapanen pertanian, vol 16 no 2, hal 56 – 63.
- Khotimah, K, (2006), Pembuatan susu bubuk dengan foam mat drying: Kajian pengaruh bahan penstabil terhadap kualitas susu bubuk, Jurnal Protein, vol 13 no 1, hal 44 – 51.
- Manisha Malik and Alka Sharma, (2019), Optimisation of Foam- mat drying of yoghurt and properties of powered yoghurt, International Journal of Dairy Technology, vol 72 no 3, page 381 – 387.
- Masyhura, MD, Misril Faudi dan Surnaherman, (2021), Aplikasi maltodekstrin pada pembuatan yoghurt bubuk biji nangka, Jurnal Teknologi Pertanian Andalas, vol 25 no 1.
- Meriatna, (2013), Hidrolisa Tepung sagu menjadi maltodekstrin menggunakan asam klorida, Jurnal Teknologi Kimia Unimal, vol 1 no 2, hal 38 – 48.
- Mhd. Iqbal Nusa, (2019), Kinetika Pengeringan Sari Buah Mengkudu dengan Metode Foam Mate Drying, Jurnal Agritech Vol 3 No 1 hal 28 – 36.
- Miskiyah, Juniawati, K.Ayu and A H Mulyati, (2019), Study on Yoghurt Powder Probiotic Quality using Foam-mat drying method, 2nd<sup>th</sup> International Conference on Agriculture Postharvest handling and processing, IOP Conf. series : Earth and Environmental Science 309, IOP Publishing.
- Murtala, S S, (1999), Pengaruh kombinasi jenis dan konsentrasi bahan pengisi terhadap kualitas bubuk sari buah markisa siul (*Passiflora edulis* F. *Edulis*), tesis, Pasca sarjana Universitas Brawijaya Malang.
- Nok Arifah, Ari Rahayuningtyas, Seri Intan Kuala, (2017). Pemodelan Kinetika Pengeringan beberapa komoditas Pertanian menggunakan pengering Inframerah. Jurnal Agritech Vol 37 No 2 hal 220 – 228.
- P. Kumar and H. N. Mishra, (2004), Yoghurt powder – A review of process technology, storage and utilization, Food and Bioproducts Processing, vol 82 page 133 – 142.
- Prasetyaningrum A, Asiah N, Sembodo R, (2012), Aplikasi metode Foam mat drying pada proses pengeringan spirulina, Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, Vol 1 no 1, hal 461 – 467.
- Raden Haryo bimo setiarto, Harsi dewantari kusumaningrum, Betti sri laksmi Jenie dan Tatik Khusniati, (2018), Pengembangan Teknologi Mikroenkapsulasi bakteri probiotik dan manfaatnya untuk kesehatan, vol 19 no 4, hal 1 – 17.
- Reski Febryanti Rauf dan Andi Alamsyah Rivai, (2023), Pengaruh Suhu Pengeringan pada Food Dehydrator terhadap Karakteristik Psikokimia dan Mutu Hedonik Asam Mangga Kering, Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian, Vol 9 no 2, hal 273 – 289.
- Traina M S and Breene W M, (1994), Composition, functionality and some chemical and physical properties of eight commercial full fat soy flour, Journal Food Process Press, vol 8 page 229 – 252.
- Winarno F. G, (2007), Kimia pangan dan Gizi, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Xiao-Kang Yi, Wen-Fu Wu, Ya-Qiu Zhang, Jun-Xing Li and Hua-Ping Luo, (2012), Thin-layer Drying Characteristics and Modeling of Chinese Jujubes, Mathematical Problems in Engineering, page 1 – 18.