

**PEMBUATAN SERBUK SARI BUAH MENKUDU (*Morinda citrifolia*)  
DENGAN METODE “FOAM –MAT DRYING”**

**S K R I P S I**

**Oleh:**

**RANGGA SANJAYA  
1304310033  
TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
M E D A N  
2020**

**PEMBUATAN SERBUK SARI BUAH MENGGKUDU (*Morinda citrifolia*)  
DENGAN METODE “FOAM-MAT DRYING”**

**SKRIPSI**

Oleh:

**RANGGA SANJAYA  
1304310033  
TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Strata 1 (S1) Pada Fakultas  
Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

**Komisi Pembimbing**

  
**Ir. Mhd. Iqbal Nusa, M.P.**  
Ketua

  
**Syakir Naim Siregar, S.P. M.Si.**  
Anggota

**Disahkan oleh:**

**Dekan**

  
**Assoc. Prof. Ir. Asritanarni Munar, M.P**

Tanggal Lulus : 18-11-2020

## PERNYATAAN

Dengan ini saya :

Nama : Rangga Sanjaya

NPM : 1304310033

Judul Skripsi : "Pembuatan Serbuk Sari Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*)  
Dengan Metode "Foam -Mat Drying"

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan programming yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademi berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, 19 November 2020

Yang menyatakan



Rangga Sanjaya

## ABSTRAK

### PEMBUATAN SERBUK SARI BUAH MENGKUDU (*Morinda citrifolia*) DENGAN METODE “FOAM-MAT DRYING”

Mengkudu (*Morinda citrifolia*) salah satu tumbuhan obat yang sering dikonsumsi oleh masyarakat. Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*) dikonsumsi oleh masyarakat sebagai obat tradisional untuk pencegahan dan pengobatan berbagai macam penyakit. Beberapa penelitian melaporkan tentang khasiat mengkudu antara lain sebagai efek kemoterapi (Karamchesi et al, 2014), anti depresan, aktivitas hepatoprotektif (Wang et al, 2008), antioksidan (Saminathan et al, 2014), anti displipedemia (Mandukhail et al, 2010), anti mikroba (Usha et al, 2010), efek immunomodulator (Palu et al, 2008). Masyarakat Indonesia biasanya mengkonsumsi mengkudu dengan cara membuat jus. Kurangnya nilai tambah pengolahan minuman herbal buah mengkudu ini, maka akan lebih efisien lagi jika dijadikan serbuk agar memiliki nilai simpan yang lebih lama, tetapi tidak mengurangi mutu dan kualitas serta kandungan yang terdapat didalamnya. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor, yakni Penambahan Putih Telur (A) : (2,5%, 5%, 7,5% dan 10%) dan Lama Pembusaan (M) : (5 menit, 10 menit, 15 menit dan 20 menit). parameter pengamatan adalah kadar air, densitas busa, stabilitas busa, dan kandungan antioksidan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh penambahan putih telur memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kadar air, densitas busa, dan stabilitas busa dan kandungan anti oksidan. Lama pembusaan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kadar air, densitas busa, stabilitas busa dan kandungan antioksidan.

**Kata Kunci :** *Foam –mat drying, Kadar Air, Densitas Busa , Stabilitas Busa, dan Antioksidan.*

## ABSTRACT

### MAKING OF SARI FRUIT PENGKUDU (*Morinda citrifolia*) USING "FOAM-MAT DRYING" METHOD

Noni (*Morinda citrifolia*) is a medicinal plant that is often consumed by the public. Noni fruit (*Morinda citrifolia*) is consumed by the community as a traditional medicine for the prevention and treatment of various diseases. Several studies have reported on the properties of noni, including chemotherapy effects (Karamchesi et al, 2014), anti-depressants, hepatoprotective activity (Wang et al, 2008), antioxidants (Saminathan et al, 2014), anti-dyslipidemia (Mandukhail et al, 2010) , anti-microbial (Usha et al, 2010), immunomodulatory effects (Palu et al, 2008). Indonesian people usually consume noni by making juice. The lack of added value in the processing of this noni fruit herbal drink, it will be more efficient if it is made into powder so that it has a longer storage value, but does not reduce the quality and quality as well as the content contained therein. This study used the Completely Randomized Design (CRD) method with two factors, namely the addition of an egg white (A): (2.5%, 5%, 7.5% and 10%) and the foaming time (M): (5 minutes, 10 minutes, 15 minutes and 20 minutes). Observation parameters were moisture content, foam density, foam stability, and antioxidant content.

The results showed that the effect of adding egg white had a very significant effect on moisture content, foam density, and foam stability and anti-oxidant content. The duration of foaming had a very significant effect on moisture content, foam density, foam stability and antioxidant content.

**Keywords:** *Foam-mat drying, moisture content, foam density, foam stability, and antioxidants.*

## RINGKASAN

**Rangga Sanjaya**“(PEMBUATAN SERBUK SARI BUAH MENGGKUDU (*Morinda citrifolia*) DENGAN METODE *FOAM-MAT DRYING*”. Dibimbing oleh Bapak Ir. Mhd. Iqbal Nusa M.Si. selaku ketua komisi pembimbing dan Bapak Syakir Naim Siregar, S.P. M.Si. selaku anggota komisi pembimbing.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan putih telur dan lama pembusaan terhadap mutu minuman instan buah mengkudu. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua ulangan terdiri dari faktor I adalah penambahan putih telur (A) yang terdiri dari empat taraf, yaitu :  $A_1 = 2,5\%$ ,  $A_2 = 5\%$ ,  $A_3 = 7,5\%$  dan  $A_4 = 10\%$  dan faktor II adalah lama pembusaan (M) yang terdiri dari empat taraf, yaitu:  $M_1 = 5$  menit,  $M_2 = 10$  menit,  $M_3 = 15$  menit dan  $M_4 = 20$  menit .

Parameter yang diamati meliputi: kadar air, densitas busa, stabilitas busa. Hasil analisis secara statistik pada masing-masing parameter memberikan kesimpulan sebagai berikut:

### **Kadar Air**

Penambahan putih telur memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar air. Kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan  $A_2$  yaitu sebesar 6,975 % dan kadar air terendah terdapat pada perlakuan  $A_1$  yaitu sebesar 3,725 % . Lama pembusaan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar air. Kadar air tertinggi sebesar 6,260 % terdapat pada perlakuan  $M_1$  dan terendah 3,830 % terdapat pada perlakuan  $M_4$ . Pengaruh interaksi antara penambahan putih dan lama pembusaan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar air. Kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan  $A_2M_1$  yaitu sebesar 8,73 % dan kadar air terendah terdapat pada perlakuan  $A_1M_4$  yaitu sebesar 3,25 %.

### **Densitas Busa**

Penambahan putih telur memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap densitas busa. Densitas busa tertinggi terdapat pada perlakuan  $A_1$  yaitu sebesar 0,512 % dan densitas busa terendah terdapat pada perlakuan  $A_4$  yaitu sebesar 0,360 % . Lama pembusaan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap densitas busa. Densitas busa tertinggi sebesar 0,480 % terdapat pada perlakuan  $M_1$  dan terendah 0,389 % terdapat pada perlakuan  $M_4$ . Pengaruh interaksi antara penambahan putih telur dan lama pembusaan memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap densitas busa.

### **Stabilitas Busa**

Penambahan putih telur memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap stabilitas busa. Stabilitas busa tertinggi terdapat pada perlakuan  $A_4$  yaitu sebesar 1,191 % dan stabilitas busa terendah terdapat pada perlakuan  $A_1$  yaitu sebesar 0,388 % . Lama pembusaan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap stabilitas busa. Stabilitas busa tertinggi sebesar 0,991 % terdapat pada perlakuan  $M_4$  dan terendah 0,531 % terdapat pada perlakuan  $M_1$ . Pengaruh interaksi antara penambahan putih telur dan lama pembusaan memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap stabilitas busa.

## **DFTAR RIWAYAT HIDUP**

Rangga Sanjaya dilahirkan di Desa Seitampang. Kecamatan Bilah Hilir Kabupaten Labuhan Batu, Sumatera Utara Pada Tanggal 20 Oktober 1995, anak ketiga dari lima bersaudara dari Ayahanda Agus Rustandi dan Ibunda Habibi Hasibuan.

Pendidikan yang telah ditempuh adalah sebagai berikut :

1. Pada tahun 2007 telah menyelesaikan pendidikan di SDN 112188 Negeri Lama.
2. Pada tahun 2010 telah menyelesaikan pendidikan di MTS gaya baru Negeri Lama.
3. Pada tahun 2013 telah menyelesaikan pendidikan di Madrasah Aliyah swasta Negeri Lama.
4. Pada tahun 2013 diterima masuk di Perguruan Tinggi pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Pada tahun 2018 telah menyelesaikan Praktek Kerja Lapangan di PT.PD. Paya Pinang Group dikota Tebing Tinggi.
6. Pada tahun 2019 melakukan penelitian skripsi dengan judul Pembuatan Serbuk Sari Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*) Dengan Metode Foam Mat Drying.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala karunia dan hidayah-Nya serta kemurahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pembuatan Serbuk Sari Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*) Dengan Metode Foam Mat Drying".

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi SI di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

Allah Subhanallahu wa Ta'ala yang telah memberikan Ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Papah dan Mamah yang mengasuh, membesarkan, mendidik, memberi semangat, memberikan kasih sayang dan cinta yang tiada ternilai serta memberikan doa dan dukungan yang tiada henti baik moral maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Bapak Ir. Muhammad Iqbal Nusa, M.P. selaku Ketua Pembimbing. Bapak Syakir Naim Siregar, S.P. M.Si. selaku anggota komisi pembimbing. Yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Ibu Dr. Ir. Desi Ardilla, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Ibu Ir. Asritanarni Munar, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Bapak Dr. Agussani, M.AP selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dosen-dosen THP yang senantiasa memberikan ilmu dan nasehatnya selama di dalam maupun diluar perkuliahan. Seluruh staf biro dan pegawai Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Kakanda dan kawan kawan stambuk 2013, 2011, 2012, Program Studi THP dan terimakasih juga kepada kak Nova, kak Tia, kak Eby,

Yola, Dea, bang Odon, Yadi, Hendra, serta keluarga besar dan kawan kawan lainnya yang telah banyak membantu serta memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak serta masukan berupa kritik dan saran untuk kesempurnaan skripsi ini.

*Wassalamu'alaikumWr. Wb*

Medan, November 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

RINGKASAN .....	i
RIWAYAT HIDUP .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
PENDAHULUAN .....	1
LatarBelakang .....	1
Tujuan Penelitian.....	4
Kegunaan Penelitian.....	5
Manfaat Penelitian.....	5
Hipotesa Penelitian.....	5
TINJAUAN PUSTAKA .....	6
Tanaman Mengkudu ( <i>Morinda citrifolia</i> ) .....	6
ManfaatBuah Mengkudu ( <i>Morinda citrifolia</i> ) .....	7
Kandungan Buah Mengkudu ( <i>Morinda citrifolia</i> ) .....	9
<i>Metode Foam Mat Drying</i> .....	10
Fenomena Proses Pengeringan .....	11
Penerapan Pengeringan Busa Lembaran Tipis.....	13
Proses Pengeringan Busa Lapisan Tipis .....	14
Karakteristik Pembusaan Dan Peranannya.....	15
Maltodextrin .....	18

BAHAN DAN PENELITIAN .....	20
Tempat dan Waktu Penelitian .....	20
Bahan Penelitian.....	20
Alat Penelitian .....	20
Metode Penelitian.....	20
Model Rancangan Percobaan. ....	21
Pelaksanaan Penelitian .....	22
Penyiapan Bahan Olah .....	22
Penentuan Sifat fisik Sari Buah Mengkudu ( <i>Morinda citrifolia</i> )	22
Penyiapan Campuran Bahan Pembentuk Busa .....	22
Proses Pembusaan .....	22
Pengukuran Karakteristik Pembusaan.....	23
Pengeringan Lapisan Bahan Yang Membusa.....	23
Pengukuran Parameter Sifat Fisiko Kimia Bubuk .....	23
Parameter Pengamatan .....	23
Diagram Alir.....	26
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	29
Kadar Air.....	30
Pengaruh Penambahan Putih Telur .....	30
Lama Pembusaan.....	31
Pengaruh Interaksi Antara Penambahan Putih Telur Dan Lama Pembusaan Terhadap Kadar Air .....	33
Densitas Busa .....	34
Pengaruh Penambahan Putih Telur .....	34
Lama Pembusaan.....	36

Pengaruh Interaksi Antara Penambahan Putih Telur Dan Lama Pembusan Terhadap Densitas Busa .....	37
Stabilitas Busa .....	37
Pengaruh Penambahan PutihTelur .....	37
Lama Pembusaan.....	39
Pengaruh Interaksi Antara Penambahan Putih Telur Dan Lama Pembusaan Terhadap Stabilitas Busa .....	41
Sifat Kimiawi .....	41
Aktivitas Antioksidan Serbuk Buah Mengkudu.....	41
Kesimpulan Dan Saran .....	42
Kesimpulan.....	42
Saran .....	38
DAFTAR PUSTAKA .....	43

## DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Pengaruh Penambahan Putih Telur Terhadap Parameter yang Diamati.....	29
2.	Pengaruh Lama Pembusaan Terhadap Parameter YangDiamati .....	29
3.	.Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Penambahan PutihTelur Terhadap Kadar Air .....	30
4.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama PembusaanTerhadap Kadar Air .....	31
5.	Uji LSR Efek Utama Pengaruh Interaksi Antara Penambahan Putih Telur Dan Lama Pembusaan Terhadap Kadar Air.....	33
6.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Penambahan Putih Telur Terhadap Densitas Busa.....	35
7.	HasilUji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Pembusaan Terhadap Densitas Busa.....	36
8.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Penambahan PutihTelur Terhadap Stabilitas Busa.....	38
9.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Pembusaan Terhadap Stabilitas Busa.....	39
10.	Hasi lAnalisa Uji Aktifitas Antioksidan Sampel Terpilih .....	41

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Buah Mengkudu ( <i>Morinda citrifolia</i> ).....	6
2.	Tahapan proses pengeringan.....	15
3.	.Diagram Proses Pembuatan Ekstrak Buah Mengkudu ( <i>Morinda citrifolia</i> ).....	26
4.	Diagram Proses Pembuatan Serbuk Sari Buah Mengkudu ( <i>Morinda citrifolia</i> ).....	28
5.	Grafik Pengaruh Penambahan Putih Telur Terhadap Kadar Air .....	30
6.	Pengaruh Lama Pembusaan Terhadap Kadar Air .....	32
7.	Grafik Pengaruh Penambahan Putih Telur Terhadap Densitas Busa....	34
8.	Grafik Pengaruh Lama Pembusaan Terhadap Densitas Busa.....	35
9.	Grafik Pengaruh Penambahan Putih Telur Terhadap Stabilitas Busa	37
10.	Grafik Pengaruh Lama Pembusaan Terhadap Stabilitas Busa.....	38

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Nomor</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
1.	Data Hasil Pengamatan Kadar Air .....	43
2.	Data Hasil Pengamatan Densitas Busa .....	44
3.	Data Hasil Pengamatan Stabilitas Busa .....	45

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Mengkudu (*Morinda citrifolia*) salah satu tumbuhan obat yang sering dikonsumsi oleh masyarakat. Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*) dikonsumsi oleh masyarakat sebagai obat tradisional untuk pencegahan dan pengobatan berbagai macam penyakit. Beberapa penelitian melaporkan tentang khasiat mengkudu antara lain sebagai efek kemoterapi (Karamcheshi et al, 2014), anti depresan, aktivitas hepatoprotektif (Wang et al, 2008), antioksidan (Saminathan et al, 2014), anti displipedemia (Mandukhail et al, 2010), antimikroba (Usha et al, 2010), efek immunomodulator (Palu et al, 2008). Aktifitas tersebut diperkirakan salah satunya karena adanya kandungan senyawa aktifitas antioksidan dalam buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) dengan kandungan flavonoid dan senyawa fenolik. Efek buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) diantaranya sebagai antitrombolitik, antioksidan, analgesik, anti inflamasi dan aktifitas *xanthine oxidase* inhibitor yang dapat menurunkan tekanan darah dan vasodilatasi pembuluh darah (Ayanblu, 2006). Untuk menghindari kerusakan dan kehilangan pasca panen dan mempertahankan kualitas produk olahan buah mengkudu (*Morinda citrifolia*), dapat dilakukan pemanfaatan buah mengkudu matang fisiologis menjadi produk minuman fungsional dalam bentuk jus (sari buah), kemudian melalui proses pengeringan sari buah dihasilkan serbuk minuman cepat larut (serbuk instan).

Pemilihan teknik pengeringan pada pengolahan buah dan sayuran harus mempertimbangkan kesesuaian antara karakteristik buah dan sayuran yang sensitif terhadap suhu pengeringan yang tinggi, sehingga menyebabkan kehilangan kandungan nutrisi, aroma, dan warna. Teknik pengeringan dengan metode pengubahan bahan cair menjadi bahan dengan struktur yang membusa, kemudian bahan ditempatkan dalam ruang pengering sebagai lembaran atau lapisan tipis (*Foam mat drying technique*). Kondisi ini akan memperluas

permukaan kontak antara bahan dengan udara pengering, laju perpindahan panas konveksi dan difusivitas uap air dari bahan ke udara pengering akan meningkat, sehingga dapat memperbesar laju pengeringan bahan pada suhu yang lebih rendah. Teknik pengeringan ini akan membantu dalam pengeringan bahan yang rentan terhadap suhu tinggi (Rajkumar *et al.*, 2007; Thuwapanichayanan *et al.*, 2008). Pembusaan (foaming) terhadap bahan cair, dan bahan campuran padat-cair yang dikeringkan merupakan upaya yang efektif dalam mempersingkat waktu pengeringan. Keunggulan lain dari pengeringan dengan pembusaan ini adalah dapat mempertahankan sifat yang diinginkan pada produk seperti mempertahankan kandungan senyawa yang mudah untuk menguap (volatiles). Pengeringan bahan pangan cair dengan pembusaan ini dilakukan dengan menggabungkan bahan yang akan dikeringkan dengan bahan pemicu pembentukan busa (foaming agent), bahan penstabil busa (foam stabilizer), dan kemudian dilanjutkan dengan pengadukan (whipping) sehingga bahan berubah bentuk dalam struktur busa yang stabil sebelum dilakukan pengeringan (Ratti dan Kudra, 2005).

Penerapan teknik foam mat drying pada proses pengeringan produk olahan buah dan sayuran yang mengandung banyak air dilakukan melalui beberapa tahapan kegiatan yaitu; pengambilan cairan buah dan sayuran (ekstraksi), penambahan bahan pemicu pembusaan dan bahan stabilisasi busa, melakukan pengadukan (Whipping) selama waktu tertentu sehingga semua bahan bercampur merata dan terjadi difusi udara ke dalam bahan yang menyebabkan terjadi pembentukan busa yang stabil, dilakukan pengeringan lapisan tipis bahan yang sudah mengalami pembusaan (*foam mat drying*), kemudian penggilingan atau penghancuran lembaran busa yang sudah kering (*foam mat dried*) untuk menghasilkan produk bentuk bubuk (Javed *et. al.*2018).

Peranan bahan pemicu pembusaan (foaming agents) terhadap kinerja pengeringan dapat ditentukan dari karakteristik busa yang dihasilkan, dan kualitas bubuk dari produk keringnya. Perbedaan karakteristik busa yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu; penggunaan bahan pemicu pembusaan yang berbeda, konsentrasi bahan pemicu pembusaan, jumlah padatan terlarut di dalam bahan yang akan dikeringkan, lamanya waktu pengadukan (Whipping time), dan suhu ruang pengering. Penggunaan bahan pemicu pembusaan (Foaming Agents) seperti protein putih telur (Albumin), Isolat protein kedele (Soy proteins), glycerol Monostearat, dan carboxymethyl cellulose sudah dilakukan (Muthukumar et al. 2007). Pemakaian putih telur (white eggs) sebagai bahan pemicu pembusaan menghasilkan karakteristik busa yang mendukung seperti kestabilan dari struktur busa yang dihasilkan, dan penambahan volume busa (daya pengembangan). Pada pengeringan bubur dari daging buah Aril dengan teknik foam mat drying menunjukkan bahwa, konsentrasi methyl selulosa dan lama waktu pengadukan (whipping time) mempengaruhi terhadap karakteristik busa, difusivitas uap air, laju pengeringan, dan sifat - sifat fisiko kimia produk yang dapat dipertahankan (Khamjae dan Rojanakorn, 2018). Pengeringan bubur daging buah mangga menggunakan putih telur (Albumin) pada konsentrasi 3 % (w/w) dan suhu pengering 65<sup>0</sup>C menunjukkan kombinasi perlakuan yang terbaik terhadap angka difusivitas uap air, laju pengeringan, dan kadar karoten bubuk yang dihasilkan (Robin, A.Wilson et al. 2012). Pengeringan lapisan tipis bubur daging buah mangga yang pembusaannya menggunakan putih telur dan methyl selulosa dengan variasi ketebalan lapisan bahan pada metode pengeringan lapisan tipis, menunjukkan peningkatan terhadap laju pengeringan dengan mengurangi ketebalan lapisan bahan yang dikeringkan (Rajkumar et al. 2007).

Berdasarkan uraian di atas perlu dilakukan penelitian penerapan teknik pengeringan Foam Mat Drying pada pengolahan sari buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) menjadi serbuk

minuman Instan. Aspek yang dipelajari berkaitan dengan pengaruh konsentrasi pemakaian putih telur sebagai bahan pemicu pembentukan busa (foaming Agents), dan lama waktu pengadukan (Whipping Time) terhadap karakteristik pembusaan, kinerja pengeringan, dan sifat fisiko kimia produk.

### **Tujuan Penelitian**

Penelitian penerapan teknik pengeringan Foam Mat Drying pada pengolahan sari buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) menjadi serbuk minuman Instan bertujuan untuk melihat:

1. Pengaruh konsentrasi pemakaian putih telur sebagai bahan pemicu pembusaan (Foaming Agents) terhadap karakteristik pembusaan, kinerja pengeringan foam mat drying, dan sifat fisiko kimia produk serbuk buah mengkudu (*Morinda citrifolia*).
2. Pengaruh lama waktu pengadukan terhadap karakteristik pembusaan, kinerja pengeringan foam mat drying, dan sifat fisiko kimia produk serbuk buah mengkudu.
3. Interaksi pengaruh konsentrasi pemakaian putih telur sebagai bahan pemicu pembusaan dan lama waktu pengadukan terhadap karakteristik pembusaan, kinerja pengeringan foam mat drying, dan sifat fisiko kimia produk serbuk buah mengkudu (*Morinda citrifolia*).

### **Kegunaan Penelitian**

Sebagai sumber data dalam penyusunan skripsi pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.

## **Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi pemakaian putih telur dan lama waktu pengadukan yang optimal pada pengering foam mat drying untuk memperoleh karakteristik pembusaan yang mendukung kinerja pengeringan yang tinggi, dan dapat mempertahankan sifat fisiko kimia produk.

## **Hipotesa Penelitian**

1. Ada pengaruh penambahan konsentrasi maltodekstrin terhadap pembuatan serbuk sari buah mengkudu (*Morinda citrifolia*).
2. Ada pengaruh lama pembusaan terhadap pembuatan serbuk sari buah mengkudu (*Morinda citrifolia*).

## TINJAUAN PUSTAKA

### Tanaman Mengkudu (*Morinda citrifolia*)

Tanaman Mengkudu (*Morinda citrifolia*) merupakan tanaman tropis yang telah digunakan sebagai makanan dan pengobatan herbal. Mengkudu (*Morinda citrifolia*) mulai dikenal secara luas sejak bangsa Polynesia bermigrasi ke Asia Tenggara 2000 tahun yang lalu (Wang, et. al. 2002). Menurut data statistik produksi hortikultura tahun 2014 di Indonesia, luas panen mengkudu mencapai 739.906 pohon dengan produksi sebesar 8.577.347 Kg (Badan Pusat Statistik, 2014).



Gambar 1. Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*)

Tanaman mengkudu (*Morinda citrifolia*) diklasifikasikan ke dalam Filum Angiospermae, subfilum Dicotyledones, divisi Lignosae, famili Rubiaceae, genus morinda, dan spesies (*Morinda citrifolia*) (Djauhariya, 2003). Secara morfologi organ tanaman mengkudu (*Morinda citrifolia*) memiliki ciri umum sebagai berikut; ketinggian pohon berkisar 4-6 meter, batang berkelok - kelok, struktur dahan kaku, kulit batang berwarna coklat keabu - abuan tidak berbulu. Daun tebal berwarna hijau, berbentuk jorong lanset dengan ukuran 15-50 x 5-17 cm, tepi daun rata, serat daun menyirip dan tidak berbulu. Akar tanaman mengkudu (*Morinda citrifolia*) berwarna coklat kehitaman dan merupakan akar tunggang. Bunga tanaman mengkudu (*Morinda citrifolia*) yang masih kuncup berwarna hijau,

saat mengembang akan berubah menjadi berwarna putih dan harum. Buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) berbentuk bulat lonjong dengan diameter mencapai 7,5 - 10 cm, permukaan terbagi dalam sel-sel polygonal berbintik-bintik. Buah mengkudu muda berwarna hijau, saat tua warna akan berubah menjadi kuning. Buah yang matang akan berwarna putih transparan dan lunak. Aroma buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) seperti keju busuk karena percampuran asam kaprik dan asam kaproat (Bangun dan Sarwono, 2004).

### **Manfaat Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*)**

Mengkudu (*Morinda citrifolia*) salah satu tumbuhan obat yang sering dikonsumsi oleh masyarakat. Mengkudu (*Morinda citrifolia*) banyak digunakan oleh masyarakat sebagai obat tradisional untuk berbagai macam penyakit. Beberapa penelitian melaporkan tentang khasiat mengkudu (*Morinda citrifolia*) antara lain sebagai efek kemoterapi (Karamchesi et al, 2014), anti depresan, aktivitas hepatoprotektif (Wang et al, 2008), antioksidan (Saminathan et al, 2014), anti displipidemia (Mandukhail et al, 2010), antimikroba (Usha et al, 2010), efek immunomodulator (Palu et al, 2008). Aktivitas tersebut diperkirakan salah satunya karena adanya aktivitas antioksidan dalam mengkudu (*Morinda citrifolia*) dengan kandungan flavonoid dan senyawa fenolik (Rao dan Subramanian, 2009). Efek buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) diantaranya sebagai anti trombolitik, antioksidan, analgesik, anti inflamasi dan aktifitas *xanthine oxidase* inhibitor yang dapat menurunkan tekanan darah dan vasodilatasi pembuluh darah (Ayanblu, 2006).

Buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) juga memiliki efek sebagai anti tumor dan anti kanker. Efek anti tumor dan anti kanker diketahui dari hasil penelitian *American Association for Cancer Research* yang mengemukakan bahwa endapan alkohol dari buah mengkudu telah meningkatkan hingga 75% kehidupan tikus dengan kanker Lewis paru dibandingkan dengan tikus kontrol (Mathivanan et al. 2005).

Pemanfaatan buah mengkudu sebagai bahan pengobatan berbagai penyakit sudah dilakukan. Penggunaan buah mengkudu sebagai bahan obat herbal diantaranya untuk mengobati penyakit arthritis, diabetes, tekanan darah tinggi (hipertensi), sakit kepala, penyakit jantung, ulkus lambung, arteriosklerosis, dan masalah pembuluh darah. Mengkudu mengandung beberapa zat aktif utama. Bahan aktif diantaranya adalah *scopoletin*, *octoanoic acid*, *kalium*, *vitamin C*, *alkaloid*, *antrakuinon*, *b-sitosterol*, *karoten*, *vitamin A*, *glikosida flavon*, *linoleat acid*, *alizarin*, *amino acid*, *acubin*, *L-asperuloside*, *kaproat acid*, *kaprilat acid*, *ursolat acid*, *rutin*, *pro-xeronine* dan *terpenoid* (Wang et al. 2002). Zat aktif dalam mengkudu (*Morinda citrifolia*) yaitu *scopoletin* dan *xeronin* dapat menurunkan tekanan darah. Kandungan bahan aktif *scopeletin* dalam buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) memiliki fungsi untuk menormalkan tekanan darah, yaitu dengan adanya efek spasmolitik yang ditandai dengan terjadi pelebaran pembuluh darah (vasodilatasi) akibat relaksasi otot polos. Efek tersebut serupa dengan cara kerja obat anti hipertensi. Efek anti hipotensi ditunjukkan dengan menghambat *inducible nitric oxide synthase* (iNOS), sehingga akan menghambat pembentukan *nitric oxide* (NO), yang memiliki efek vasodilatasi. Penderita hipertensi yang mendapatkan terapi jus mengkudu 2 kali sehari yaitu pada 20-30 menit sebelum sarapan pagi dan 20-30 menit sebelum makan malam didapatkan penurunan tekanan darah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh, pengaruh buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap penurunan tekanan darah pada penderita hipertensi di Sidoarjo menunjukkan penurunan MAP (*Mean Arterial Pressure*). Sebesar 116.2672 mmHg sebelum diberikan terapi minum mengkudu dan MAP setelah diberikan terapi minum mengkudu sebesar 110.3332 mmHg. Penurunan MAP responden dalam penelitian ini sebesar 5.934 mmHg (Sjabana, 2002).

### **Kandungan Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*)**

Telah banyak penelitian yang dilakukan oleh para ahli dalam usaha mengidentifikasi kandungan zat-zat di dalam tanaman mengkudu (*Morinda citrifolia*). Terdapat beberapa zat

aktif yang lebih berperan dibandingkan zat-zat lainnya di dalam buah mengkudu (*Morinda citrifolia*). Zat-zat aktif utama tersebut meliputi :

1. Polisakarida
2. Skopeletin
3. Asam askorbat
4.  $\beta$ -karoten
5. l-arginin
6. Proxeronin dan proxeroninase

Mengkudu (*Morinda citrifolia*) juga mengandung zat-zat nutrisi yang dibutuhkan tubuh antara lain :karbohidrat, protein, vitamin, dan mineralessensial juga tersedia dalam buah mengkudu (*Morinda citrifolia*). Selenium adalah salah satu contoh mineral yang banyak terdapat pada mengkudu (*Morinda citrifolia*) dan merupakan antioksidan yang hebat ( Dripa Sjabana, 2002).

### **Metode *Foam Mat Drying***

Metode *foam –mat drying* adalah teknik pengeringan bahan berbentuk cair dan peka terhadap panas melalui teknik pembusaan dengan penambahan zat pembuih. Pengeringan dengan bentuk busa (foam), dapat mempercepat proses penguapan air, dan dilakukan pada suhu rendah, sehingga tidak merusak jaringan sel, dengan demikian nilai gizi dapat dipertahankan. Metode foam- mat drying mampu memperluas areainterface, sehingga mengurangi waktu pengeringan dan mempercepat proses penguapan. Pembentukan *foam* tergantung berbagai parameter, seperti komposisi dari cairan, metode pembusaan yang digunakan, temperatur dan lama pembuihan. Motode pembuihan merupakan kualitas dan

kuantitas *foam*. *Foam stabilizer* berfungsi untuk mempertahankan konsistensi busa adonan sehingga proses pengeringan akan cepat dan bahan tidak rusak karena pemanasan. Adanya bahan penstabil busa dapat membentuk ikatan kompleks antara protein dan air, air yang terjebak oleh polisakarida, dapat berikatan dengan protein melalui ikatan hidrogen. Hal tersebut yang dinilai mampu membuat kandungan nutrisi dapat dipertahankan. .

Dalam proses pengeringan suatu bahan perlu dipertimbangkan variabel-variabel proses yang mempengaruhi keberhasilan proses pengeringan. Dalam hal ini pengeringan bahan akan di aplikasikan pada *tray drier*. Beberapa variabel proses yang akan diamati meliputi, komposisi bahan yang akan dikeringkan, ketebalan lapisan pengeringan dan suhu proses pengeringan. Komposisi *foam stabilizer* sangat mempengaruhi kualitas dan kesetabilan *foam* yang terbentuk. Berdasarkan hukum ficks ketebalan lapisan pengeringan sangat mempengaruhi kecepatan *difusi moisture* dalam bahan ke udara bebas. Menurut persamaan Arrhenius difusifitas berbanding terbalik terhadap eksponensial fungsi suhu (Rajkumar, 2005).

Metode pengeringan busa memiliki kelebihan daripada metode pengeringan lain karena relatif sederhana dan prosesnya tidak mahal. Selain itu suhu yang digunakan relatif rendah sehingga warna, aroma dan komponen gizi produk dapat dipertahankan. Pengolahan minuman serbuk pada metode foam-mat drying dibutuhkan adanya bahan pengisi (*filler*) dan bahan pembusa (*foaming agent*). Bahan pengisi dapat mempercepat proses pengeringan, meningkatkan total padatan, mencegah kerusakan akibat panas selama pengeringan, melapisi komponen flavor dan memperbesar volume (Mulyani, 2014). Salah satu kesulitan dalam proses metode foam-mat drying adalah kurangnya kestabilan “foam” (busa) selama proses pemanasan. Jika busa tidak cukup stabil terjadi kerusakan seluler yang menyebabkan kerusakan selama proses pengeringan (Kamsiati, 2006). Bahan pembusa yang digunakan yaitu putih telur, selain putih telur dapat diganti dengan Tween 80. Bahan pengisi yang

digunakan yaitu maltodekstrin. Pemanfaatan maltodekstrin dalam industri antara lain sebagai bahan pengisi pada produk – produk tepung, dapat menahan air, menambah viskositas dan tekstur, tanpa menambah kemanisan pada produk (Jati, 2007).

### **Fenomena Proses Pengeringan**

Teori pengeringan menjelaskan, apabila bahan basah diperlakukan dalam proses pengeringan menggunakan panas, terjadi perpindahan panas dan massa secara simultan. Perpindahan panas bergerak dari medium pengering ke bahan basah sehingga suhu bahan basah meningkatkan yang menyebabkan perubahan kadar air bahan menjadi uap air.

Secara bersamaan terjadi perpindahan uap air dari bagian dalam bahan ke permukaan akibat perbedaan tekanan uap air di dalam bahan dengan permukaan dan lingkungannya. Keberhasilan dan kesinambungan proses pengeringan hingga mencapai kadar air bahan yang diinginkan, perlu terjadi perpindahan sejumlah panas untuk menguapkan air dan mempertahankan sirkulasi uap air dari dalam bahan ke bagian permukaan dan ke lingkungannya. Kondisi proses berlangsung pada suhu yang aman tidak merusak atribut mutu bahan seperti aroma, tekstur, warna bahan.

Kinerja proses pengeringan berhubungan dengan perpindahan massa uap air melalui mekanisme perpindahan uap air internal bahan merupakan fungsi dari karakteristik fisik bahan seperti kandungan air bahan, difusivitas uap air bahan. Kemudian mekanisme perpindahan uap air dari permukaan bahan yang sudah mengering ke lingkungan dipengaruhi oleh faktor eksternal yang berhubungan dengan suhu udara pengering, kelembaban udara, sirkulasi udara pengering, dan luas permukaan kontak antara udara pengering dengan permukaan bahan (Ratti, C. 2011). Pemilihan teknologi pengeringan perlu mempertimbangkan aspek karakteristik bahan, dan target atribut mutu produk yang ingin dicapai. Pengeringan merupakan proses pengawetan bahan pangan yang sangat populer yang

dipilih karena dapat mempertahankan kualitas bahan dengan menurunkan aktifitas air bahan pangan. Kondisi tersebut akan menghambat pertumbuhan mikro organism perusak, memperlambat aktifitas reaksi enzimatik yang tidak diinginkan, dan mengurangi perubahan secara fisik dan kimia bahan (Mayor dan Sereno, 2004).

Permasalahan utama yang dihadapi selama berlangsung proses pengeringan adalah berhubungan dengan faktor penggunaan suhu udara pengering, dan lama waktu operasi pengeringan. Pemilihan kedua faktor tersebut perlu mempertimbangkan terjadi perubahan bentuk akibat dari pemecahan sel sewaktu pengurangan kadar air bahan, penurunan sifat rekonstitusi produk kering akibat dari pemadatan tekstur bahan, dan perubahan yang tidak menarik berkaitan dengan warna, aroma, penurunan nilai nutrisi produk akibat dari pemanasan yang berlebihan (*overheating*), dan lama waktu terpapar pada suhu tinggi. Pemilihan teknologi pengeringan beku (*Freeze drying*) memberikan keunggulan dalam pengawetan atribut mutu produk seperti mempertahankan bentuk bahan, kemampuan rehidrasi produk yang baik, dan mempertahankan warna dan nutrisi yang terkandung pada bahan setelah menjadi produk kering. Kendala dari penerapan teknologi pengeringan beku secara luas, disebabkan oleh terlalu tinggi biaya investasi dan operasi operasi pengeringan (Kadam et al., 2010b).

### **Penerapan Pengeringan Busa Lembaran Tipis (Application of Foam Mat Drying)**

Riwayat penggunaan pengeringan busa lembaran tipis terpantau pada tahun 1917 oleh Campbell Food Company (1917) yang mematenkan metode pengeringan busa pada pemekatan susu (evaporated milk) yang dikutip oleh Ratti dan Kudra (2006). Kemudian dilanjutkan dengan mematenkan metode pengeringan busa putih telur (Mink, 1939; Mink 1940), dan dikembangkan lebih lanjut (Morgan, 1961) teknologi pengeringan busa ini diterima sebagai alternatif metode pengeringan penting yang sudah diterapkan untuk pengeringan olahan buah dan bahan pangan lain meliputi Jambu biji, Apel, Ekstrak Kopi, Mangga (Rajkumar et al. 2007; Kadam et al. 2010). Telur, susu kedele (Akintoye dan Oguntode, 1991), buah Nanas (Hasan dan Ahmad, 1998); (Kadam et al., 2012), Star fruit (Karim dan Wai, 1999), cowpea (Falade et al., 2003), Banan puree (Thuwapanichayanan et al., 2008), Jus tomat, bael fruit (Bag et al., 2011), Yam flour, dan Spirulina (Prasetyaningrum dan Djaeni, 2012).

### **Proses Pengeringan Busa Lapisan Tipis (Foam Mat Drying Process)**

Pengeringan busa lapisan tipis merupakan proses yang diterapkan pada bahan cair dan semi- padat, seperti jus buah (fruit juices), bubur dari bahan sayuran, dan pasta dari bijian, yang diubah ke dalam bentuk struktur berbuisa yang stabil (stable Foaming). Kemudian proses dilanjutkan dengan metode pengeringan lapisan tipis secara konvektif dengan media pemanas udara hingga dihasilkan lembaran tipis yang sudah kering (foam mat dried). Pengolahan bahan membentuk struktur berbuisa dilakukan pengadukan (Whipping) untuk mencampurkan bahan olah, agen pembuisa (Foaming Agents), dan bahan penstabil busa (Foaming Stabilizers), pada kondisi operasi kecepatan perputaran dan waktu tertentu. Bahan yang sudah membentuk struktur busa di distribusikan membentuk lapisan tipis di atas rak alat pengering kabinet hingga kandungan air produk berkurang sesuai standar kualitas produk, (Sabah Muni, 2017). Tahapan proses pengeringan ini dapat dilihat pada Gambar 2.

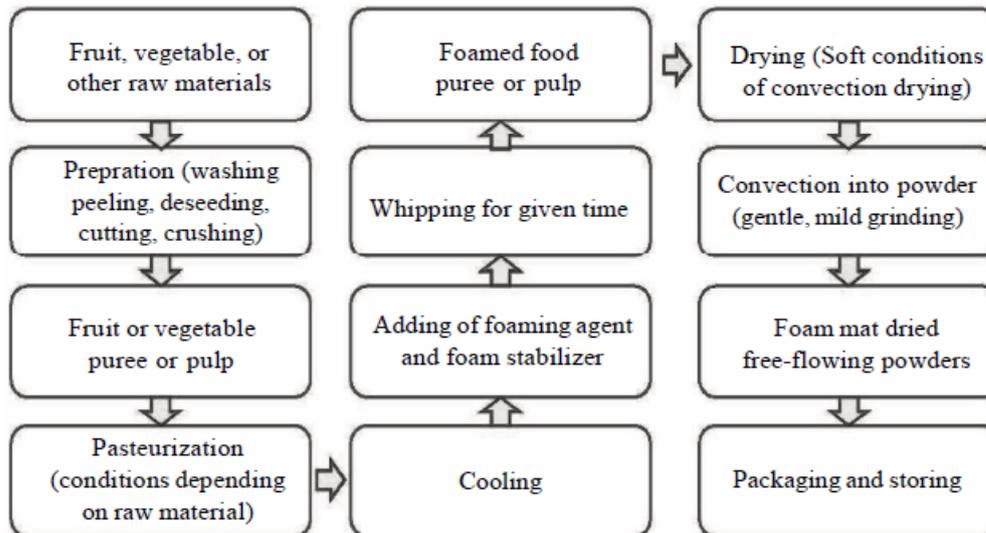


Fig. 1: Simple schematic of FMD process.

## Gambar 2. Tahapan proses pengeringan

### Karakteristik Pembusaan Dan Peranannya

Bahan yang dapat digunakan sebagai pemicu pembusaan adalah bahan yang masuk dalam kelompok surfaktan yang dapat menurunkan tegangan permukaan diantara dua cairan atau antara kontak permukaan padatan dan cairan sehingga mendorong dalam proses pembentukan busa. Sifat-sifat yang baik sebagai bahan pemicu pembentukan busa diantaranya adalah; mempercepat penyerapan udara ke dalam bahan, menurunkan tegangan kontak permukaan antara campuran bahan, dan memperkuat kohesivitas, visko-elastisitas lapisan film yang membentuk struktur bahan yang sudah membusa terhadap ketahanan pengaruh panas dan agitasi mekanik selama pengadukan dan pengeringan bahan (Dickson, 1998). Protein dapat berperan sebagai bahan pemicu pembusaan dan bahan pengokoh struktur busa yang terbentuk karena karakteristik hydrophobicitasnya dan memungkinkan terjadinya perubahan kembali susunan struktur bahan protein. Karakteristik ini mendorong terjadinya adsorpsi di permukaan kontak udara dan air dalam pembentukan lapisan adsorpsi yang koheren dan elastis (Dickinson, 1998). Ditambahkan oleh Zayas (1997) penggunaan bahan

dari kelompok protein sebagai pemicu pembusaan (Foaming agents) memiliki sifat yaitu cepat dan efektif dalam penstabilan busa pada konsentrasi rendah, berperan secara efektif pada rentang pH untuk berbagai bahan pangan, dan efektif sebagai media terhadap bahan pehambat pembentukan busa (foam inhibitor) seperti senyawa lemak, alkohol yang membawa aroma bahan.

Peranan bahan pemicu pembusaan (foaming agents) terhadap kinerja pengeringan dapat ditentukan dari karakteristik busa yang dihasilkan, dan kualitas bubuk dari produk keringnya. Perbedaan karakteristik busa yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa factor antara lain; penggunaan bahan pemicu pembusaan yang berbeda, konsentrasi bahan pemicu pembusaan, jumlah padatan terlarut di dalam bahan yang akan dikeringkan, lamanya waktu pengadukan (Whipping time), dan suhu ruang pengering (Javed et. al.2018). Penggunaan bahan pemicu pembusaan (Foaming Agents) seperti protein putih telur (Albumin), Isolat protein kedele (Soy proteins), glycerol Monostearat, dan carboxymethyl cellulosa sudah dilakukan (Muthukumaran et. al. 2007). Pemakaian putih telur (white eggs) sebagai bahan pemicu pembusaan menghasilkan karakteristik busa yang mendukung seperti kestabilan dari struktur busa yang dihasilkan, dan penambahan volume busa (daya pengembangan) (Javed et. al.2018). Protein putih telur (albumin) merupakan komponen utama pada telur dapat dipakai sebagai pemicu pembusaan. Selama proses pengadukan (whipping), protein mengalami denaturasi diantara lapisan film pada pembentukan busa bahan yang menunjukkan kestabilan viscoelastis yang stabil. Struktur busa yang dihasilkan voluminous karena kandungan protein yang tinggi pada putih telur, ukuran dari gelembung busa yang dihasilkan 30 sampai 40 mikro meter ( $\mu\text{m}$ ), tergantung pada penggunaan bahan penstabil busa (foam stabilizer). (Muthukumaran, 2007). Kestabilan busa yang dihasilkan akan hilang (collapse) 20 menit sesudah pengadukan (Falade et al., 2003). Untuk meningkatkan kestabilan busa perlu penambahan bahan penstabil busa pada campuran bahan (Muthukumaran, 2007). Keberadaan

bahan penstabil busa dalam campuran bahan untuk mempertahankan struktur busa yang stabil. Bahan dari Senyawa polisakarida dapat digunakan bahan penstabil busa yang menggunakan protein sebagai pemicu pembusaan. Terjadinya penebalan pada dinding struktur busa akibat efek kemampuan pembentukan gel di dalam bahan cairan pembentuk busa (Klitzing and Muller, 2002). Pengaruh bahan penstabil busa untuk meningkatkan kestabilan busa adalah meningkatkan viskositas fase continuous dengan pembentukan jaringan tiga dimensi yang akan menghambat pergerakan komponen bahan busa (Walsh et al.,2008). Kombinasi protein dan polisakarida selalu digunakan untuk peningkatan kestabilan busa (Carp et al.,2004). Penambahan putih telur pada karagenan pada proses pembusaan akan menambah luas permukaan kontak, mempersingkat waktu pengeringan, dan meningkatkan difusivitas uap air saat proses pengeringan berlangsung (Djaeni et al., 2013).

Hasil penelitian yang terkait penerapan pengeringan busa lapisan tipis pada pengolahan pangan dilaporkan sebagai berikut. Pada pengeringan bubur dari daging buah Aril dengan teknik *foam mat drying* menunjukkan bahwa, konsentrasi methyl selulosa dan lama waktu pengadukan (*whipping time*) mempengaruhi terhadap karakteristik busa, difusivitas uap air, laju pengeringan, dan sifat-sifat fisiko kimia produk yang dapat dipertahankan (Khamjae dan Rojanakorn, 2018). Pengeringan bubur daging buah mangga menggunakan putih telur (Albumin) pada konsentrasi 3 % (w/w) dan suhu pengering 65<sup>0</sup>C menunjukkan kombinasi perlakuan yang terbaik terhadap angka difusivitas uap air, laju pengeringan, dan kadar karoten bubuk yang dihasilkan (Robin, A.Wilson et al. 2012). Pengeringan lapisan tipis bubur daging buah mangga yang pembusaannya menggunakan putih telur dan methyl selulosa dengan variasi ketebalan lapisan bahan pada metode pengeringan lapisan tipis, menunjukkan peningkatan terhadap laju pengeringan dengan mengurangi ketebalan lapisan (Rajkumar et al. 2007).

## **Maltodextrin**

Maltodekstrin adalah senyawa turunan karbohidrat dalam bentuk oligosakarida dengan ikatan 1,4-glikosidik, ditinjau dari aspek sifat kimia, memiliki kelarutan yang baik, dapat membentuk film, memiliki higroskopisitas rendah, sebagai pendispersi, menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat kuat (Luthana, 2008). Maltodekstrin diproduksi dengan memasak pati, yang biasa disebut hidrolisis pati. Selama proses hidrolisis, enzim dan asam akan memecah pati lebih lanjut (Marianski, 2011). Maltodekstrin merupakan polimer dari sakarida nutritive, dan terdiri dari unit glukosa yang sebagian besar terikat melalui ikatan  $\alpha$ -1,4- 14 glikosidik (Gohel, 2013). Hidrolisis amilum dengan asam mineral encer akan menghasilkan molekul-molekul glukosa. Namun, bila amilum dihidrolisis dengan enzim, bukan glukosa yang diperoleh, tetapi maltose. Hidrolisis amilum oleh pengaruh enzim amilase menjadi molekul-molekul maltosa tidak berjalan spontan, tetapi bertahap dengan hasil antara berupa dekstrin (Sumardjo, 2009).

Maltodekstrin pada dasarnya merupakan senyawa hidrolisis pati yang tidak sempurna, terdiri dari campuran gula-gula dalam bentuk sederhana (monodan disakarida) dalam jumlah kecil. Berupa serbuk atau granul berwarna putih agak kekuningan, memiliki rasa manis berkisar 10 - 25% rasa manis gula biasa. Maltodekstrin biasanya dideskripsikan oleh DE (Dextrose Equivalent) Maltodekstrin dengan DE yang rendah bersifat non-higroskopis, sedangkan maltodekstrin dengan DE tinggi cenderung menyerap air (higroskopis). Nilai DE maltodekstrin berkisar antara 3 – 20. Maltodekstrin memiliki kelarutan yang lebih tinggi, mampu membentuk film, memiliki higroskopisitas rendah, mampu sebagai pembantu pendispersi. Mampu menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat kuat (Blancard, 1995). Maltodekstrin tidak berasa, dikenal sebagai bahan tambahan makanan yang aman. Maltodekstrin merupakan bahan tambahan makan yang telah diaplikasikan selama 35 tahun.

Maltodekstrin lebih mudah larut dari pada pati, harga maltodekstrin lebih murah, maltodekstrin juga mempunyai rasa yang enak (Sadeghi, 2008).

## **BAHAN DAN METODE**

### **Tempat Dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

### **Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan adalah : Buah mengkudu, putih telur, bahan kimia yang digunakan dalam penelitian adalah maltodekstrin dan aquadest.

### **Alat Penelitian**

Adapun alat penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut : beker glass, cawan petris, pipet tetes, timbangan analitik, oven, pisau, serbet, batang pengaduk, blender, saringan dan mixer, pignometer.

### **Metode Penelitian**

Metode penelitian dilakukan dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu :

Faktor 1 : Penambahan Putih telur (A) terdiri dari 4 tarap yaitu :

$$A_1 = 2,5 \%$$

$$A_2 = 5 \%$$

$$A_3 = 7,5 \%$$

$$A_4 = 10 \%$$

Faktor II : Lama Pembusaan (M) terdiri dari 4 tarap yaitu:

$$M_1 = 5 \text{ menit}$$

$$M_2 = 10 \text{ menit}$$

$$M_3 = 15 \text{ menit}$$

$$M_4 = 20 \text{ menit}$$

Banyaknya kombinasi perlakuan ( $T_c$ ) adalah  $4 \times 4 = 16$ , maka jumlah ulangan ( $n$ ) adalah sebagai berikut :

$$T_c (n-1) \geq 15$$

$$16 (n-1) \geq 15$$

$$16 n - 16 \geq 15$$

$$16 \geq 31$$

$$n \geq 1,937 \dots\dots\dots \text{dibulatkan menjadi } n = 2$$

maka untuk ketelitian penelitian, dilakukan sebanyak 2 (dua kali) ulangan.

### **Model Rancangan Percobaan**

Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan model :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana:

$Y_{ijk}$  = Hasil pengamatan atau respon karena pengaruh faktor A pada taraf ke  $-i$  dan faktor M pada taraf ke  $-j$  dengan ulangan pada taraf ke  $-k$ .

$\mu$  = Efek nilai tengah

$\alpha_i$  = Efek perlakuan A pada taraf ke  $-i$

$\beta_j$  = Efek perlakuan M pada taraf ke  $-j$

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efek interaksi faktor A pada taraf ke  $-i$  dan faktor M pada taraf ke  $-j$

$\epsilon_{ijk}$  = Efek galat dari faktor A pada taraf ke  $-i$  dan faktor M pada taraf ke  $-j$  dan ulangan pada taraf ke  $-k$ .

## **Pelaksanaan Penelitian**

### **Penyiapan Bahan Olah**

Buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) yang sudah matang fisiologis di panen, disortasi untuk mendapatkan kualitas yang seragam, dicuci bersih kemudian disimpan di dalam lemari pendingin untuk tujuan rekondisi buah. Proses pengambilan cairan buah mengkudu secara ekstraksi mekanis, melalui pengecilan ukuran (pemotongan dan penghancuran (blendering basah) dihasilkan bubur buah kemudian dipisahkan antara fraksi padatan dan fraksi cairan.

### **Penentuan Sifat Fisik Sari Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*)**

Sari buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) yang diperoleh kemudian dilakukan pengukuran densitas dan kandungan padatan terlarut. Besaran fisik digunakan sebagai indikator dalam mempersiapkan kondisi bahan cairan yang relatif seragam.

### **Penyiapan Campuran Bahan Pembentuk Busa**

Campuran bahan terdiri dari sari buah mengkudu (*Morinda citrifolia*), ditambahkan sebanyak 5 %. Maltodekstrin sebagai bahan penstabil busa dan meningkatkan angka padatan terlarut bahan, sekaligus berperan sebagai enkapsulan. Kemudian dilakukan penambahan protein putih telur (egg albumin) yang berfungsi sebagai bahan pemicu pembusaan (foaming Agents) sesuai dengan faktor perlakuan I dengan taraf 2,5 %, 5 %, 7,5 %, dan 10 %.

### **Proses Pembusaan (Foaming Proses)**

Pada tahapan ini campuran bahan dilakukan pengadukan (Whipping) dengan lama waktu pengadukan yang bervariasi sebagai Faktor perlakuan II dengan taraf 5, 10, 15, dan 20 menit.

### **Pengukuran Karakteristik Pembusaan (Characteristic Of Foaming)**

Kualitas hasil proses pembusaan ditentukan dengan mengukur karakteristik busa antara lain; besaran fisik densitas busa, penambahan volume busa (daya pengembangan), dan stabilitas busa.

### **Pengeringan Lapisan Bahan Yang Membusa (Foam Mat Drying)**

Bahan yang sudah berubah dalam struktur busa ditempatkan di atas wadah membentuk lapisan, dandikeringkan sebagai lapisan tipis untuk mempersingkat waktu pengeringan. Pengeringan dilakukan pada suhu 70 °C dihentikan sampai tercapai kadar air kesetimbangan untuk kondisi tersebut. Selama proses pengeringan ditentukan laju pengeringan, dan difusivitas uap air.

### **Pengukuran Parameter Sifat Fisiko Kimia Bubuk**

Produk yang dihasilkan ditentukan besaran parameter yang mencakup aspek fisiko kimia bubuk sari buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) antara lain; Kadar air, dan konsentrasi kandungan antioksidan.

### **Parameter Pengamatan**

Pengamatan dan analisa parameter meliputi kadar air, antioksidan, karakteristik busa (penambahan volume sebelum dan sesudah pembusaan, densitas busa, kestabilan busa).

### **Kadar Air (Sudarmadji, 1984)**

Cawan kosong yang digunakan dikeringkan terlebih dahulu dengan oven selama 15 menit atau sampai berat tetap, kemudian dikeringkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang. Sampel kira-kira sebanyak 2 gram ditimbang dan diletakkan dalam cawan kemudian dipanaskan dalam oven selama 3-4 jam pada suhu 105-110°C. Cawan kemudian didinginkan dalam desikator dan setelah dingin ditimbang kembali. Persentase kadar air (berat basah) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{kadar Air (\%)} = \frac{\text{Berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

### **Kandungan Antioksidan (Kartakusumah, 2011)**

Pengujian antioksidan dilakukan dengan metode peredaman radikal bebas menggunakan DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) dengan metode Gaulejac *et al* dalam Kiay *et al* (2011). Sebanyak 0,5 mL masing-masing ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) dan air (kering dan basah) ditambahkan dengan 2 mL larutan DPPH dan divortex selama 2 menit. Berubahnya warna larutan ungu kekuning menunjukkan efisiensi radikal bebas. Selanjutnya pada 5 menit terakhir menjelang 30 menit inkubasi, Absorbansinya diukur pada panjang gelombang 517 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS. Aktivitas penangkal radikal bebas dihitung sebagai prosentase berkurangnya warna DPPH dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Aktivitas penangkal radikal bebas (\%)} = 1 - \frac{\text{Absorbansi sampel-kontrol}}{\text{absorbansi kontrol}} \times 100\%$$

## Karakteristik Busa

### Densitas Busa (Ismaila et al. 2016)

Pengukuran densitas busa dilakukan dengan mengocok serbuk sari buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) dalam gelas ukur, kemudian berat busa ditimbang dan dibagi dengan volume busa yang diperoleh dengan melihat skala volume pada gelas ukur. Densitas busa dihitung melalui persamaan

$$\text{Densitas busa} = \frac{\text{Berat busa (g)}}{\text{Volume busa (mL)}}$$

### Stabilitas Busa (Dev 2013)

Stabilitas busa sari buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) ditentukan melalui pengukuran volume busa pada interval waktu tertentu, yaitu dengan menempatkan busa mengkudu (*Morinda citrifolia*) sebanyak 30 g pada gelas piala 100 mL dan didiamkan pada suhu ruang selama 3 jam. Pengukuran nilai penyusutan volume busa dilakukan setiap 30 menit. Stabilitas busa sari buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) dihitung menggunakan persamaan 1:

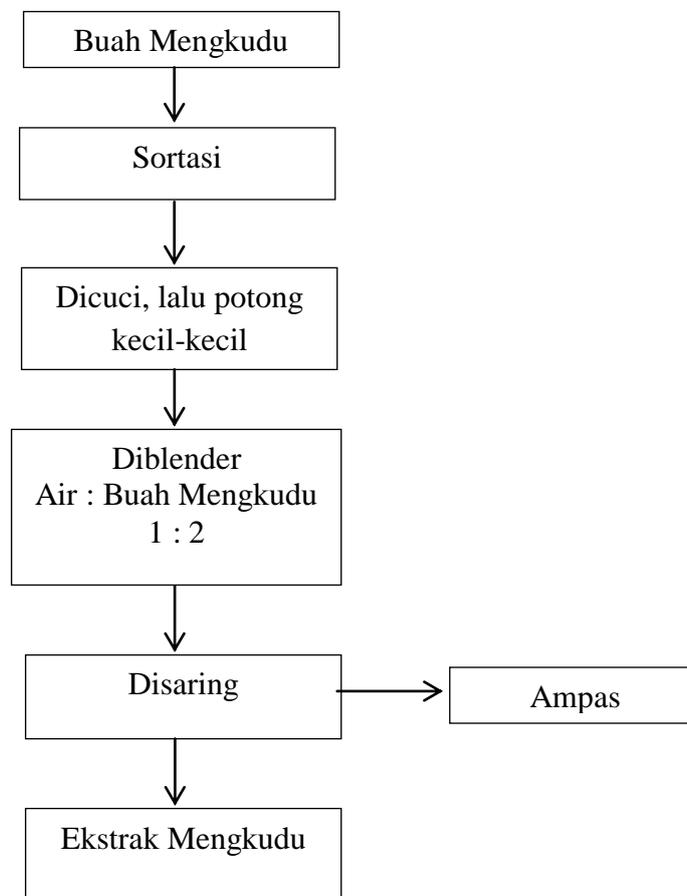
$$\text{Stabilitas busa} = V_0 \times \frac{\Delta t}{\Delta V}$$

Keterangan:

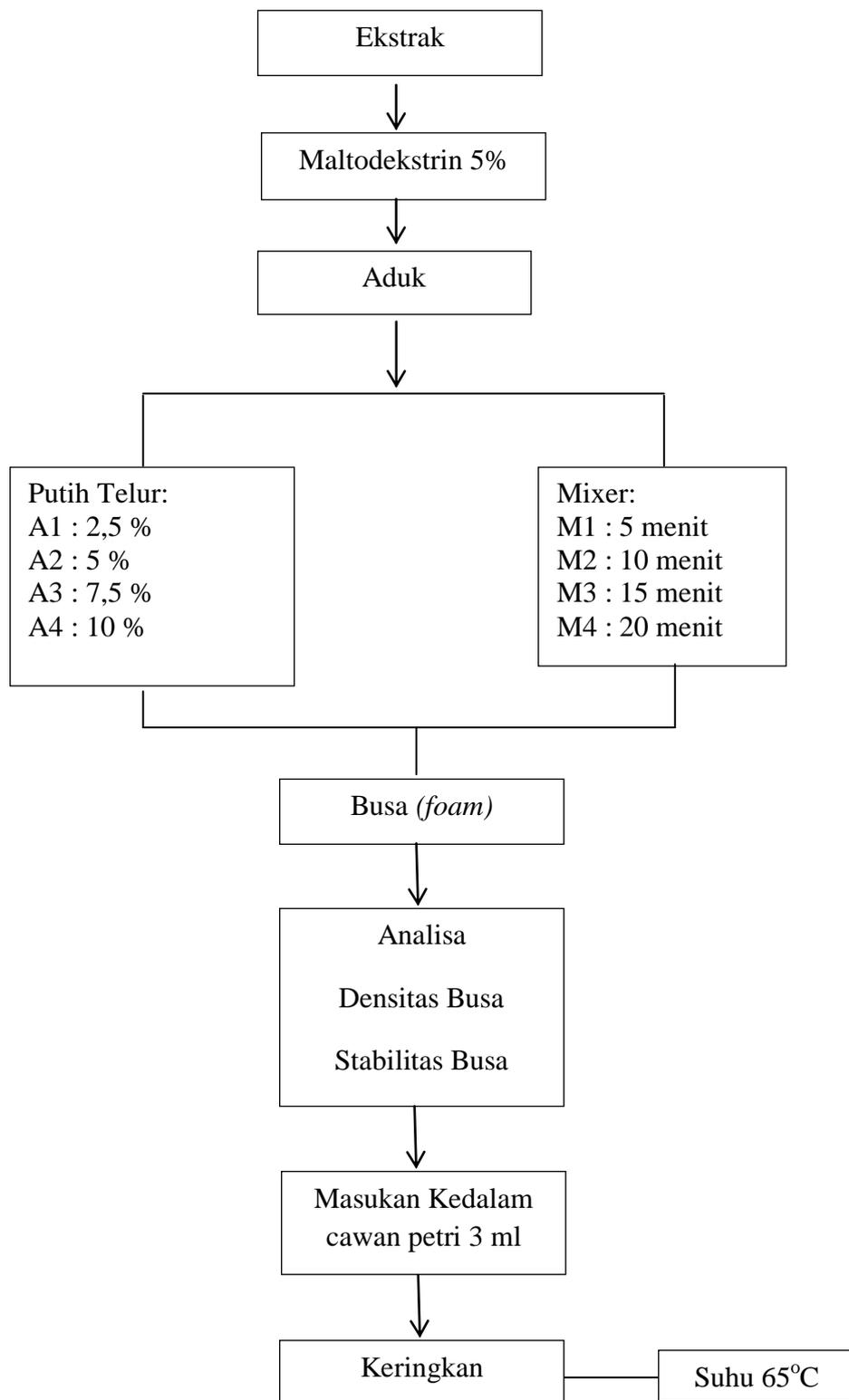
$V_0$  : Volume busa awal (mL)

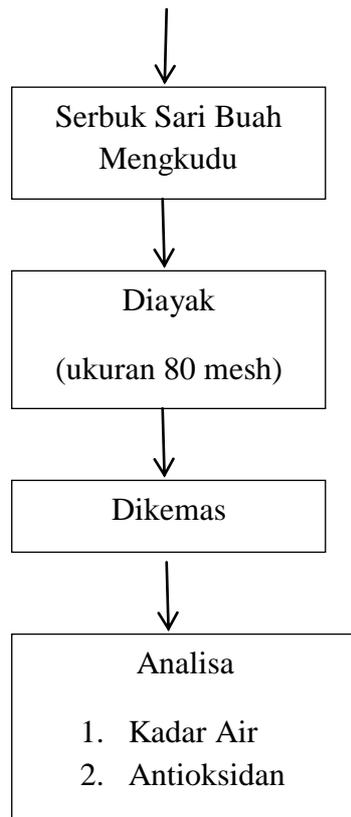
$\Delta t$  : Perubahan waktu (menit)

$\Delta V$  : Perubahan volume (mL)

**Diagram Alir**

Gambar 3. Diagram Proses Pembuatan Ekstrak Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*)





Gambar 4. Diagram Proses Pembuatan Serbuk Sari Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*)

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian, secara umum menunjukkan bahwa pengaruh penambahan putih telur dan lama pembusaan berpengaruh berbeda sangat nyata terhadap parameter yang di amati. Dan rerata hasil pengamatan pengaruh penambahan putih telur dan lama pembusaan terhadap masing-masing parameter dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Penambahan Putih Telur Terhadap Parameter Yang Diamati.

Putih Telur (A)	Kadar air	Densitas Busa	Stabilitas busa
A <sub>1</sub> : 2,5 %	3.725	0,512	0,388
A <sub>2</sub> : 5 %	6.975	0,415	0,794
A <sub>3</sub> : 7,5 %	4.585	0,389	0,941
A <sub>4</sub> : 10 %	5.621	0,360	1,191

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan putih telur maka densitas busa akan menurun, stabilitas busa akan semakin meningkat. Sedangkan kadar air mengalami peningkatan pada perlakuan A2 kemudian mengalami penurunan pada perlakuan A3 dan A4.

Tabel 2. Pengaruh Lama Pembusaan Terhadap Parameter Yang Diamati.

Lama Pembusaan (M)	Kadar air	Densitas Busa	Stabilitas busa
M <sub>1</sub> : 5 menit	6.260	0,480	0,531
M <sub>2</sub> : 10 menit	5.698	0,409	0,848
M <sub>3</sub> : 15 menit	5.119	0,397	0,944
M <sub>4</sub> : 20 menit	3.830	0,389	0,991

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa semakin lama pembusaan maka kadar air dan densitas busa akan menurun, dan stabilitas busa akan semakin meningkat.

Pengujian dan pembahasan masing-masing parameter yang diamati selanjutnya dibahas sebagai berikut :

## Kadar Air

### Pengaruh Penambahan Putih Telur

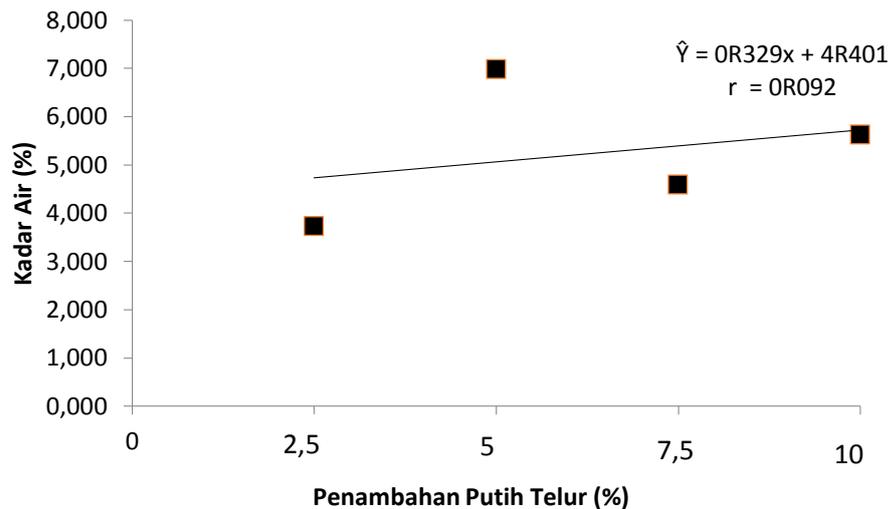
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 1) dapat dilihat bahwa pengaruh penambahan putih telur memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar air. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Penambahan Putih Telur Terhadap Kadar Air

Jarak	LSR		Perlakuan	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	A <sub>1</sub> : 2,5 %	3.725	d	D
2	0.154	0.211	A <sub>2</sub> : 5 %	6.975	a	A
3	0.161	0.222	A <sub>3</sub> : 7,5 %	4.585	c	C
4	0.165	0.228	A <sub>4</sub> : 10 %	5.621	b	B

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari tabel diatas nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan A<sub>2</sub> = 6,975% dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan A<sub>1</sub> = 3.725%. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Pengaruh Penambahan Putih Telur Terhadap Kadar Air

Pada gambar 5 diatas menunjukkan terjadi peningkatan kadar air terhadap penambahan putih telur pada perlakuan  $A_2= 5\%$ . Hal ini terjadi akibat dari peningkatan kadar air terhadap bahan pembusa yang tidak hilang akibat dari kualitas pembusaan yang tidak baik, sehingga pembusaan tidak maksimal dan berpengaruh terhadap proses pengeringan. Pada penambahan putih telur di perlakuan  $A_3= 7,5\%$  menunjukkan kadar air bubuk yang dihasilkan menurun. Akibat dari penambahan putih telur tersebut akan menghasilkan kualitas busa yg lebih baik, sehingga laju pengeringan akan meningkat. Penambahan putih telur pada perlakuan  $A_4= 10\%$  mengakibatkan meningkatnya kadar air bahan pembusa. Penambahan putih telur tersebut tidak meningkatkan kualitas busa, sehingga laju pengeringan kembali menurun akibatnya kadar air bubuk meningkat atau relatif konstan (Javed et. al 2018). Hal tersebut dapat dilihat pada grafik diatas. Faktor yang mempengaruhi kadar air yaitu penggunaan rasio bahan, aquades dan putih telur. Semakin besar rasio bahan yang di pakai maka akan menghasilkan padatan terlarut yang lebih besar, dimana pada perlakuan penggunaan rasio bahan yang semakin besar akan menghasilkan kadar air yang lebih rendah, hal ini diduga karena perbandingan bahan, aquades dan putih telur. Rasio bahan yang besar mampu membuat proses pengeringan lebih cepat karna kandungan airnya lebih sedikit.

Sehingga dapat mempercepat proses pengeringan. Serbuk buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) yang dihasilkan belum memenuhi persyaratan Badan Standarisasi Nasional (1996) bahwa kadar air pada minuman herbal maksimal sebesar 3- 5%.

### Lama Pembusaan

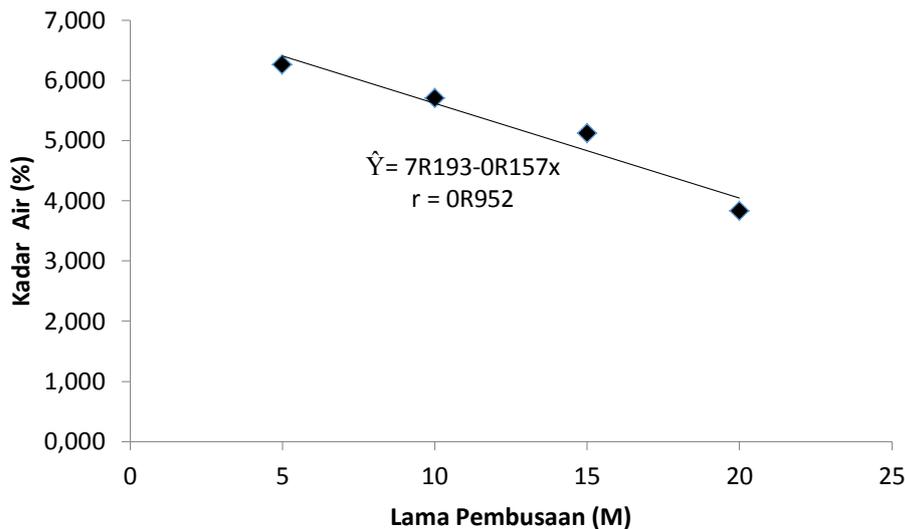
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 2) dapat dilihat bahwa pengaruh lama pembusaan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar air. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Pembusaan Terhadap Kadar Air

Jarak	LSR		Perlakuan	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	$M_1$ : 5 menit	6.260	a	A
2	0.154	0.211	$M_2$ : 10 menit	5.698	b	B
3	0.161	0.222	$M_3$ : 15 menit	5.119	c	C
4	0.165	0.228	$M_4$ : 20 menit	3.830	d	D

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari tabel diatas nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $M_1 = 6.260\%$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $M_4 = 3.830\%$ . untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Pengaruh Lama Pembusaan Terhadap Kadar Air

Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa faktor perlakuan secara grafik, menunjukkan pengaruh lama pembusaan terhadap kadar air bubuk yang dihasilkan. Dimana pengaruh lama pembusaan menyebabkan kadar air bubuk menurun dan lama pembusaan akan menyebabkan kualitas busa meningkat. Dengan meningkatnya kualitas busa maka laju pengeringan juga meningkat dan kadar air menuurun. Hal ini yang dapat mempengaruhi kadar air dalam bahan pangan yaitu jumlah padatan terlarut. Sehingga seiringnya berkurangnya bahan yang digunakan maka padatan terlarut akan semakin kecil. Semakin kecil padatan terlarut bahan maka semakin tinggi kadar air pada bahan. Kemudian di perjelas dengan pernyataan Dewi dan Faizah (2017), menyatakan semakin kecil kerapatan padatan terlarut maka semakin tinggi kadar air yang terdapat pada bahan, Hal ini di sebabkan adanya perbedaan besar kecilnya pori-pori antar padatan yang mampu menyerap air selama proses pembusaan.

### **Pengaruh Interaksi Antara Penambahan Putih Telur Dan Lama Pembusaan Terhadap Kadar Air**

Dari daftar anailisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi penambahan putih telur dan lama pembusaan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ( $p > 0.01$ ) terhadap kadar

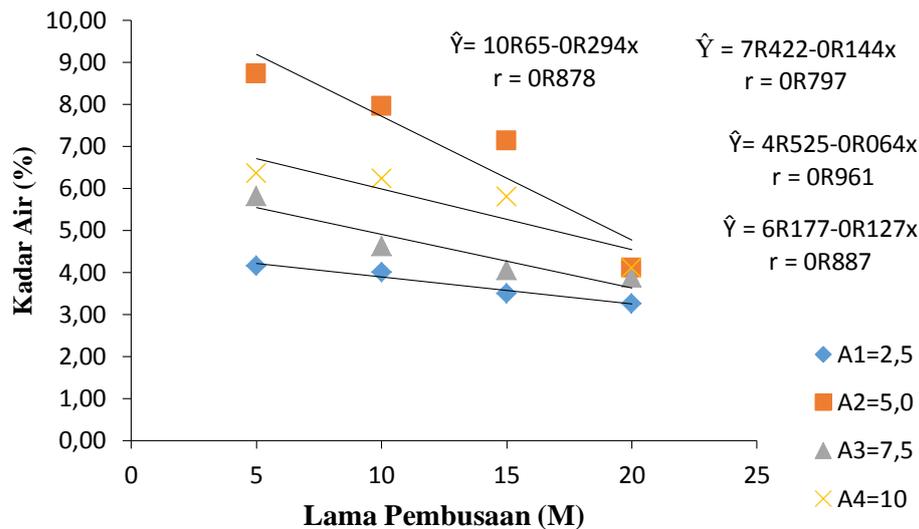
air. Hasil uji LSR pengaruh interaksi antara penambahan putih telur dan lama pembusaan terhadap kadar air terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Interaksi Pengaruh Interaksi Antara Penambahan Putih Telur Dan Lama Pembusaan Terhadap Kadar Air

Jarak	LSR		Perlakuan	Rataan	Notasi	
	0.05	0.01			0.05	0.01
-	-	-	A1M1	4,15	hi	HI
2	03071	04227	A1M2	4,00	hijklm	HIJKLM
3	03224	04442	A1M3	3,50	no	NO
4	03306	04555	A1M4	3,25	nop	NOP
5	03378	04647	A2M1	8,73	a	A
6	03419	04708	A2M2	7,95	b	B
7	03449	04780	A2M3	7,13	bc	BC
8	03470	04831	A2M4	4,10	hijk	HIJK
9	03490	04872	A3M1	5,81	f	F
10	03511	04903	A3M2	4,62	gh	GH
11	03511	04934	A3M3	4,05	hijkl	HIJK
12	03521	04954	A3M4	3,87	n	N
13	03521	04974	A4M1	6,36	d	D
14	03531	04995	A4M2	6,23	de	DE
15	03531	05015	A4M3	5,80	fg	FG
16	03541	05026	A4M4	4,10	hij	HIJ

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$  menurut uji LSR

Dari tabel diatas dapat dilihat nilai rataan tertinggi yaitu pada penambahan putih telur 5 % dan lama pembusaan 10 menit yaitu 8,73 % dan nilai rataan terendah yaitu pada penambahan putih telur 2,5 % dan lama pembusaan 20 menit yaitu 3,25 %. Hubungan interaksi antara penambahan putih telur dan lama pembusaan sari buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan Interaksi Antara Penambahan Putih Telur dan Lama Pembusaan

Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa hubungan interaksi antara penambahan putih telur dan lama pembusaan terhadap kadar air bubuk yang dihasilkan mengalami penurunan jumlah persen kadar air. Kombinasi pengaruh faktor penambahan putih telur menghasilkan kurva dalam bentuk grafik garis yang saling memotong. Hal ini menunjukkan masing masing faktor perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap mekanisme pengeringan menggunakan metode *foam mat drying*. Menurut Soekarto (2013), telur terutama bagian putih telur mempunyai daya menghasilkan pengembangan pada berbagai produk pangan basah, semi basah dan kering. Pengembangan produk dapat pula diupayakan dengan mengatur kadar air sebelum produk kering mengalami pemanasan, selain itu pengembangan juga terjadi saat pengocokan (busa). Protein putih telur yang berfungsi pengembangan volume pada saat proses pengocokan adalah bagian putih telur (albumen), terutama protein globulin, ovomusin, dan ovakbumin. Ovomusin mempunyai daya mengikat air paling tinggi diantara banyak jenis protein isi telur.

## Densitas Busa

### Pengaruh Penambahan Putih Telur

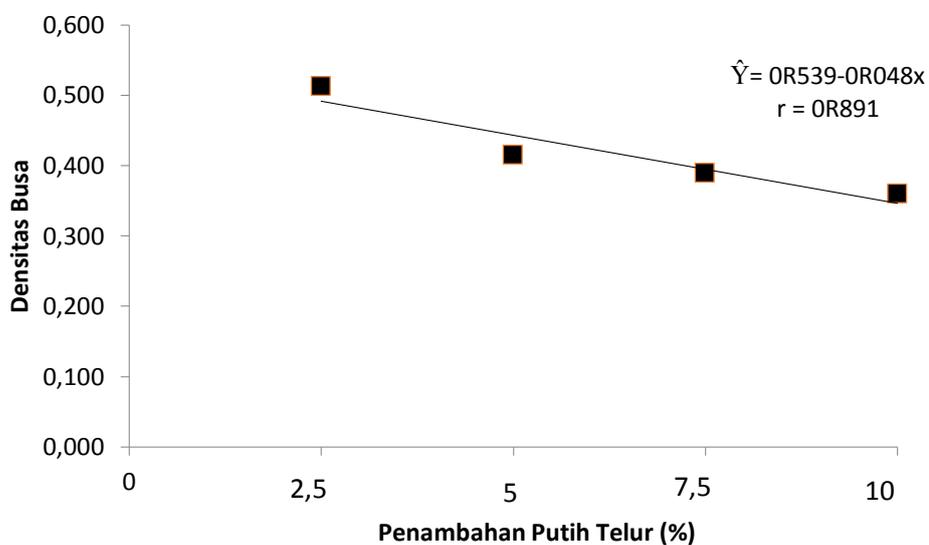
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 3) dapat dilihat bahwa pengaruh penambahan putih telur memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap densitas busa. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Penambahan Putih Telur Terhadap Densitas Busa

Jarak	LSR		perlakuan	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	$A_1 : 2,5 \%$	0,512	a	A
2	0,010	0,014	$A_2 : 5 \%$	0,415	b	B
3	0,011	0,015	$A_3 : 7,5 \%$	0,389	c	C
4	0,011	0,016	$A_4 : 10 \%$	0,360	d	D

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari tabel diatas nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $A_1 = 0,512\%$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $A_4 = 0,360 \%$ . untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8.



### Gambar 8. Grafik Pengaruh Penambahan Putih Telur Terhadap Densitas Busa

Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa faktor perlakuan secara grafik, dimana kurva garis pengaruh faktor penambahan putih telur mengalami penurunan. dapat dilihat pada grafik diatas. Hal ini terjadi karena peranan bahan pemicu pembusaan terhadap kinerja pengeringan dapat ditentukan dari karakteristik busa yang dihasilkan dan kualitas bubuk dari produk keringnya. Hal tersebut juga dapat dipengaruhi oleh faktor konsentrasi penggunaan bahan pemicu pembusaan yang berbeda. Sehingga dapat mempengaruhi karakteristik busa dan memungkinkan terjadinya perubahan kembali susunan struktur bahan protein. Karakteristik ini mendorong terjadinya adsorpsi dipermukaan kontak udara dan air dalam pembentukan lapisan adsorpsi yang koheren dan elastis (Dickinson, 1998).

### Lama Pembusaan

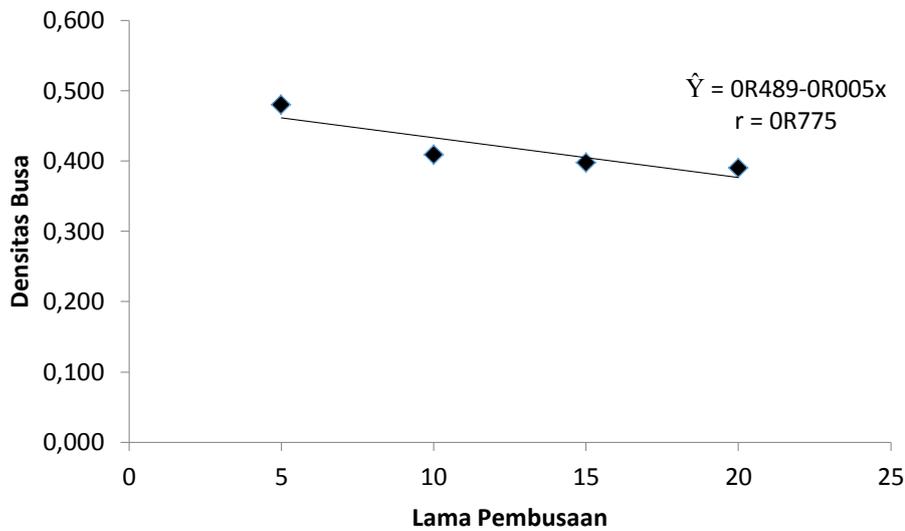
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 4) dapat dilihat bahwa pengaruh lama pembusaan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap densitas busa. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Pembusaan Terhadap Densitas Busa

Jarak	LSR		Perlakuan	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	M <sub>1</sub> : 5 menit	0,480	a	A
2	0,010	0,014	M <sub>2</sub> : 10 menit	0,409	b	B
3	0,011	0,015	M <sub>3</sub> : 15 menit	0,397	c	C
4	0,011	0,016	M <sub>4</sub> : 20 menit	0,389	d	D

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari tabel diatas nilai rataan tertinggi dapat dilihat pada perlakuan M<sub>1</sub> = 0,480% dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan A<sub>4</sub> = 0,389 %. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9.

Grafik

Pengaruh

Lama

#### Pembusaan Terhadap Densitas Busa

Pada gambar 9 dapat dilihat bahwa faktor perlakuan secara grafik, dimana kurva garis pengaruh faktor lama pembusaan mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena perbedaan karakteristik busa yang dihasilkan dipengaruhi oleh faktor lamanya waktu pengadukan bahan pemicu busa, sehingga berpengaruh terhadap densitas busa yang dihasilkan. Pemakaian putih telur sebagai bahan pembusa menghasilkan karakteristik busa yang mendukung seperti kestabilan dari struktur busa dan penambahan volume busa yang dihasilkan. Pengaruh bahan penstabil busa untuk meningkatkan kestabilan busa adalah meningkatkan viskositas fase continuous dengan pembentukan jaringan tiga dimensi yang akan menghambat pergerakan komponen bahan busa (Wals et.al.,2008).

### Pengaruh Interaksi Antara Penambahan Putih Telur Dan Lama Pembusaan Terhadap Densitas Busa

Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi penambahan putih telur dan lama pembusaan memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ( $p < 0.05$ ) terhadap densitas busa, sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

### Stabilitas Busa

#### Pengaruh Penambahan Putih Telur

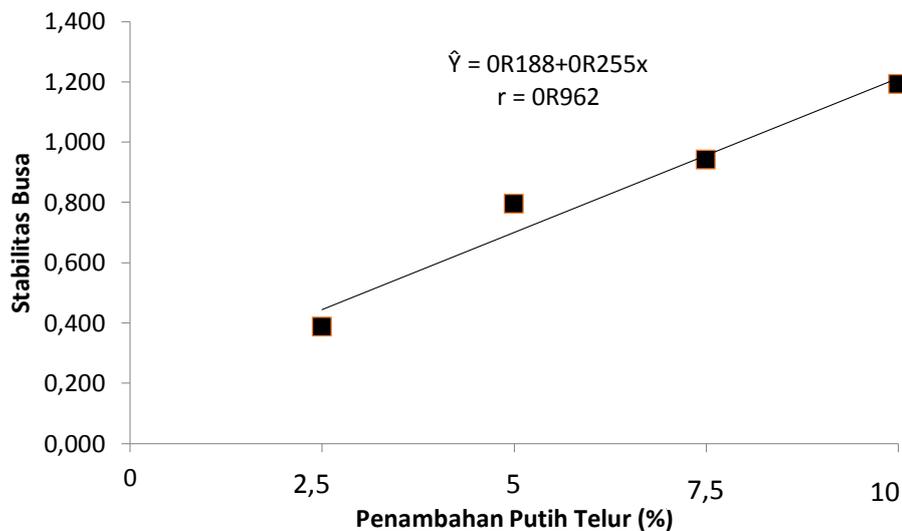
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 5) dapat dilihat bahwa pengaruh penambahan putih telur memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap stabilitas busa. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Penambahan Putih Telur Terhadap Stabilitas Busa

Jarak	LSR		perlakuan	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	A <sub>1</sub> : 2,5 %	0,388	a	A
2	0,061	0,084	A <sub>2</sub> : 5 %	0,794	b	B
3	0,064	0,088	A <sub>3</sub> : 7,5 %	0,941	c	C
4	0,066	0,090	A <sub>4</sub> : 10 %	1,191	d	D

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari tabel diatas nilai rataan tertinggi dapat dilihat pada perlakuan A<sub>4</sub> = 1,191% dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan A<sub>1</sub> = 0,388 %. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Pengaruh Penambahan Putih Telur Terhadap Stabilitas Busa

Pada gambar 10 dapat dilihat bahwa faktor perlakuan secara grafik, dimana kurva garis pengaruh faktor penambahan putih telur mengalami kenaikan. hal tersebut dapat dilihat pada grafik diatas. Hal ini dipengaruhi oleh faktor penggunaan bahan pemicu busa yang berbeda. Pemakaian putih telur sebagai bahan pemicu pembusaan menghasilkan karakteristik busa yang dihasilkan mendukung. Kestabilan dan volume busa dari struktur busa yang dihasilkan sangat baik, sehingga berpengaruh terhadap stabilitas busa yang dihasilkan. Sifat-sifat yang baik sebagai bahan pemicu pembentukan busa diantaranya adalah mempercepat penyerapan udara kedalam bahan, menurunkan tegangan kontak permukaan antara campuran bahan dan memperkuat kohesivitas, visko-elastisitas lapisan film yang membentuk struktur - struktur bahan yang sudah membusa terhadap ketahanan pengaruh panas dan agitasi mekanik selama pengadukan dan pengeringan bahan (Dickson, 1998). Penggunaan bahan dari kelompok protein sebagai pemicu pembusaan memiliki sifat yaitu cepat dan efektif dalam penstabilan busa pada konsentrasi rendah, berperan secara efektif pada rentang pH untuk bahan pangan, dan efektif sebagai media terhadap bahan penghambat pembentukan busa seperti senyawa lemak, alkohol yang membawa aroma bahan.

## Lama Pembusaan

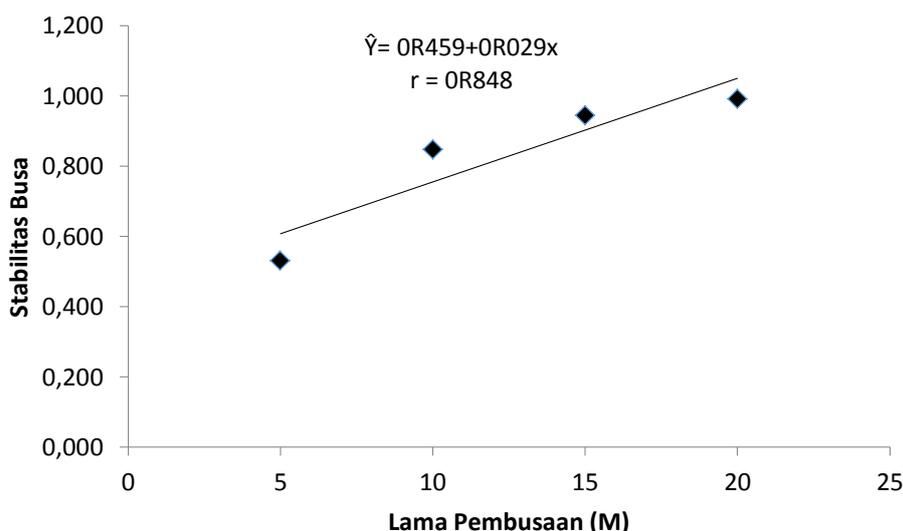
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 6) dapat dilihat bahwa pengaruh lama pembusaan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap stabilitas busa. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Pembusaan Terhadap Stabilitas Busa

Jarak	LSR		Perlakuan	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	$M_1$ : 5 menit	0.531	a	A
2	0,061	0,084	$M_2$ : 10 menit	0.848	b	B
3	0,064	0,088	$M_3$ : 15 menit	0.944	c	C
4	0,066	0,090	$M_4$ : 20 menit	0.991	d	D

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari tabel diatas nilai rata-rata tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $M_4 = 0,991\%$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $M_1 = 0,531\%$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Pengaruh Lama Pembusaan Terhadap Stabilitas Busa

Pada gambar 11 dapat dilihat bahwa faktor perlakuan secara grafik, dimana kurva garis pengaruh faktor lama pembusaan mengalami kenaikan. Hal ini diakibatkan peranan bahan pemicu pembusaan terhadap kinerja pengeringan dapat ditentukan dari karakteristik busa yang dihasilkan, dan kualitas bubuk dari produk keringnya. Perbedaan karakteristik busa yang dihasilkan dipengaruhi beberapa faktor, salah satunya lamanya waktu pengadukan dan suhu pengeringan (Javed et.al.2018). Selama proses pengadukan protein mengalami denaturasi protein diantara lapisan film pada pembentukan busa bahan yang menunjukkan kestabilan viscoelastis yang stabil. Pemakian putih telur sebagai bahan pemicu pembusaan menghasilkan karakteristik busa yang mendukung seperti kestabilan dari struktur busa yang dihasilkan (daya pengembangan) (Javed, et.al.2018).

## Pengaruh Interaksi Antara Penambahan Putih Telur Dan Lama Pembusaan Terhadap Stabilitas Busa

Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi penambahan putih telur dan lama pembusaan memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ( $p < 0.05$ ) terhadap stabilitas busa, sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

### Sifat Kimiawi

#### Aktifitas Antioksidan Serbuk Buah Mengkudu

Tabel 10. Hasil Analisa Uji Aktifitas Antioksidan Sampel Terpilih

Sampel	Adsorbansi Sampel	Adsorbansi Kontrol	% inhibisi	IC50 (mg/ml)/ppm
A <sub>1</sub> M <sub>1</sub>	0,539	0,628	14,2	3,52
A <sub>2</sub> M <sub>2</sub>	0,534	0,628	15,0	15,43
A <sub>3</sub> M <sub>3</sub>	0,501	0,628	20,3	11,62
A <sub>4</sub> M <sub>4</sub>	0,457	0,628	22,3	7,23
Cairan Buah Mengkudu	0,299	0,402	25,7	9,67

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi perbedaan perlakuan maka aktifitas antioksidan akan semakin meningkat. Semakin kecil nilai IC50 maka akan semakin kuat aktifitas antioksidannya. Persen inhibisi adalah kemampuan suatu bahan untuk menghambat aktivitas radikal bebas, yang berhubungan dengan konsentrasi suatu bahan. Hal ini sesuai dengan pendapat Rahayuni *et al.* (2002), menyatakan bahwa tingginya aktivitas penangkapan radikal bebas pada bubuk instan bukan karena penambahan putih telur, tetapi putih telur berperan sebagai *foam agent* untuk mempercepat proses pengeringan, sehingga tidak merusak senyawa penting bahan yang dikeringkan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dan pembahasan mengenai pembuatan serbuk sari buah mengkudu dengan metode "*foam-mat drying*" dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penambahan putih telur memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada taraf ( $P < 0,01$ ) terhadap kadar air, densitas busa, dan stabilitas busa.
2. Lama pembusaaan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada taraf ( $P < 0,01$ ) terhadap kadar air, kadar air, densitas busa, dan stabilitas busa.
3. Interaksi perlakuan antara penambahan putih telur dan lama pembusaaan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar air, dan berbeda tidak nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap densitas busa, dan stabilitas busa.

#### **Saran**

1. Disarankan agar menggunakan variasi bahan lain dalam pembuatan serbuk buah mengkudu dengan kombinasi buah lain.
2. Produk yang sudah ada dapat dikembangkan inovasi produk berupa penambahan warna dan aroma yang sesuai agar produk memiliki nilai tambah lagi dari sisi pengolahan pangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akintoye, O.A., and Oguntunde, A.O. (1991). Preliminary investigation on the effect of foam
- Ayanblu F, Wang MY, Peng L, Nowicki J, Anderson G, Nowiciki D. 2006. Antithrombotic effect of *Morinda citrifolia* (Noni) fruit juice on the jugular vein thrombosis induced by ferric chloride in male adult SD rats. *Arteriosclerosis Thrombosis and Vascular Biology*.;26
- Badan Pusat Statistik, (2014). Perkiraan potensi produksi tanaman obat. Laporan Survei pertanian 2014.
- Bag, S., Srivastav, P., and Mishra, H. (2011). Optimization of process parameters for foaming
- Bangun AP, Sarwono B. 2004. Khasiat dan Manfaat Mengkudu. Jakarta. AgroMedia Pustaka.
- Dewi dan Faizah, 2017. Lama Pengeringan Pada Pembuatan Teh Herbal Pandan Wangi (*Pandanus amarylifolius* Roxb). Terhadap Anti Oksidan. *Teknologi Hasil Pertanian*. Pekanbaru.
- Dickinson, E. (1998). Proteins at interfaces and in emulsions Stability, rheology and interactions. *Journal of Chemical Society, Faraday Trans.* 94: 1657-1669.
- Djauhariya, Endjo. Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) Tanaman Obat Potensial. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. *Pengembangan Teknologi TRO*. 2003; 15(1): 1-16.
- Falade, K., Adeyanju, K., and Uzo-peters, P. (2003). Foam-mat drying of cowpea *Vigna*
- Hassan, M. and Ahmed, J. (1998). Sensory quality of foam-mat dried pineapple juice powder, *Indian Food Packer*, 52(7): 31-33.
- Kadam, D. M., Patil, R.T., and Kaushik, P. (2010 a). Foam mat drying of fruit and vegetable
- Kadam, D. M., Wilson, R.A., and Kaur, S. (2010 b). Determination of biochemical properties of foam-mat dried mango powder. *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 1626-1632
- Karamcheti SA, Satyavati D, Subramanian NS, Pradeep HA, Pradeep KC, Deepika PG. 2014. Chemoprotective effect of ethanolic extract of *Morinda citrifolia* against Cisplatin induced nephrotoxicity. *The Pharma Innovation*. hal.8491
- Karim, A.A., and Wai, C.C. (1999). Foam-mat drying of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) puree: Stability and air drying characteristics. *Food Chemistry*, 64 (3): 337-343.
- Klitzing, R. V. and Müller, H. J. (2002). Film stability control. *Curr. Opin. Colloid Interface Sci.* 7: 42-49.

- Kwon, Y.S., & Kim, C.M., 2003, Antioxidant Constituent from the Stem of *Sorghum bicolor*, *Arch. Pharm. Res.*, 26 (7): 535-539.
- Mandukhail SR, Nauman A, Anwarul HG. 2010. Studies on antidyslipidemic effects of *Morinda citrifolia* (noni) fruit, leaves and root extracts. *Lipids in Health Dis.* hal.16.  
materials :a review. *Journal of Food Engineering*, Amsterdam, 61 (3): 373-386.
- Mayor, L., and Sereno, A.M. (2004). Modeling shrinkage during convective drying of food
- Morgan AI, Graham RP, Ginnette LF and Williams GS, Recent developments in foam mat drying. *Food technology*, 15, 37-39, 1961
- P.Rajkumar, R.Kailappan, R.Vishwanathan, K.Parvathi, G.Raghavan and V.Orsat.2007 .  
Thin Layer Drying Study on Foamed Mango Pulp”. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal Manuscript*. FP 06 024. Vol. IX. March,.
- Palu AK, Kim AH, West BJ, Deng S, Jensen J, White L. 2008. The effects of *Morindacitrifolia* L. (noni) on the immune system: Its molecular mechanisms of action. *Journal of Ethnopharmacology*. hal.6-508
- Prasetyaningrum, A., and Djaeni, M. (2012). Drying Spirulina with Foam Mat Drying at Medium Temperature. *International Journal of Science and Engineering*, 3(2):1-3.  
products. In *Drying of foods, vegetables and fruits - Volume 1* (S.V. Jangam, C.L. Law and A.S. Mujumdar, eds) pp. 113-124, ISBN: 978-981-08-6759-1, Published in Singapore.
- Rahayuni, K. Y. 2002. Pengeringan dengan Metode Foam Mat Drying pada Buah Tomat. (Skripsi). Universitas Andalas. Sumatera Barat.
- Rajkumar, P., Kailappan, R., Viswanathan, R., and Raghavan, G.S.V. (2007). Drying characteristics of foamed alphonso mango pulp in a continuous type foam mat dryer. *Journal of Food Engineering*, 79: 1452-1459.
- Ratti C and Kudra T, Drying of foamed materials opportunities and challenges. In proceeding 11th polish Drying symposium. Sept, pp. 13–16. CD-ROM. Poznar, Poland, 2005.
- Ratti, C. (2011). Hot air and freeze drying of high-value foods: a review. *Journal of Food Engineering*, 49 (4): 311-319.
- Saminathan M, Ram BR, Kuldeep D, Babu LJ, Subramaniyam S, Gopikunte JR. 2008. Effects of *Morinda citrifolia* (noni) fruit juice on antioxidant, hematological and biochemical parameters in NMethylNNitrosourea (NMU) induced mammary carcinogenesis in spraguedawley rats. *International Journal of Pharmacology*. hal.19-109
- Sankat, C.K., and Castaigne, F. (2004). Foaming and drying behavior of ripe bananas. *LWT-Food Science and Technology*, 37: 517-525.

- Sjabana, Dripa. Mengkudu. Jakarta: Salemba Medika. 2002 stabilizers on the physical characteristics and reconstitution properties of foam-mat dried soymilk. *Drying Technology*, 9 (1): 245-262.
- SNI. (1996). **Minuman Serbuk**. <https://www.scribd.com/doc/95139570/SNI01-4320-1996-Serbuk-Minuman-Tradisional>. Diakses : 2 Maret 2020.
- Thuwapanichayanan, R., Prachayawarakorn, S., and Soponronnarit, S. (2008). Drying (*unguiculata*) using glyceryl monostearate and egg albumin as foaming agents. *European Food Research and Technology*. 217: 486-491.
- Usha R, Sangeetha S, Palaniswamy M .2010. Antimicrobial activity of a rarely known species, *Morinda citrifolia* L. *Ethnobotanical Leaflets*. hal.11-306
- Walsh, D.J., Russell, K., and Fitzgerald, R.J. (2008). Stabilisation of sodium caseinate hydrolysate foams. *Food Research International*, 41: 43-52.
- Wang MY, Diane N, Gary A, Jarakae J, West B. 2008. Liver protective effects of *Morinda citrifolia* (noni). *Plant Foods Hum Nutr*. hal.5963
- Wang MY, West BJ, Jensen CJ, Nowicki D, Anderson G, Chen X, et al. *Morinda citrifolia* (noni): a literature review and recent advances in Noni research. *Acta Pharmacologica Sinica*. 2002;23(12):1127- 41

Lampiran 1. Tabel Data Hasil Pengamatan Kadar Air

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	UI	UII		
<b>A1M1</b>	4.00	4.30	8.30	4.15
<b>A1M2</b>	3.90	4.10	8.00	4.00
<b>A1M3</b>	3.40	3.60	7.00	3.50
<b>A1M4</b>	3.20	3.30	6.50	3.25
<b>A2M1</b>	8.65	8.80	17.45	8.73
<b>A2M2</b>	7.90	8.00	15.90	7.95
<b>A2M3</b>	7.15	7.10	14.25	7.13
<b>A2M4</b>	4.00	4.20	8.20	4.10
<b>A3M1</b>	5.71	5.90	11.61	5.81
<b>A3M2</b>	4.63	4.60	9.23	4.62
<b>A3M3</b>	4.00	4.10	8.10	4.05
<b>A3M4</b>	3.74	4.00	7.74	3.87
<b>A4M1</b>	6.22	6.50	12.72	6.36
<b>A4M2</b>	6.15	6.30	12.45	6.23
<b>A4M3</b>	5.60	6.00	11.60	5.80
<b>A4M4</b>	4.00	4.20	8.20	4.10
<b>Total</b>			167.25	
<b>Rataan</b>				5.23

Tabel Analisis Sidik Ragam Kadar Air

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
<b>Perlakuan</b>	15	83.79	5.59	266.58	**	2.91	4.48
<b>A</b>	3	47.03	15.68	748.22	**	4.16	4.48
<b>A Lin</b>	1	4.35	4.35	207.74	**	4.16	4.48
<b>A kuad</b>	1	9.80	9.80	467.78	**	4.16	4.48

<b>A Kub</b>	1	32.88	32.88	1569.16	**	4.16	4.48
<b>M</b>	3	26.01	8.67	413.85	**	4.16	4.48
<b>M Lin</b>	1	24.77	24.77	1182.01	**	4.16	4.48
<b>M Kuad</b>	1	-7.11	-7.11	-339.43	tn	4.16	4.48
<b>M Kub</b>	1	8.36	8.36	398.97	**	4.16	4.48
<b>AxM</b>	9	10.74	1.19	56.95	**	1.98	4.48
<b>Galat</b>	16	0.34	0.02				
<b>Total</b>	31	84.12					

Keterangan :

FK : 874,14

KK : 2,770 %

\*\* : berbeda sangat nyata

\* : berbeda nyata

tn : tidak nyata

Lampiran 2. Tabel Data Hasil Pengamatan Densitas Busa

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	UI	UII		
<b>A1M1</b>	0,52	0,53	1,05	0,52
<b>A1M2</b>	0,48	0,50	0,98	0,49
<b>A1M3</b>	0,50	0,52	1,02	0,51
<b>A1M4</b>	0,52	0,45	0,97	0,48
<b>A2M1</b>	0,50	0,47	0,98	0,49
<b>A2M2</b>	0,40	0,41	0,81	0,40
<b>A2M3</b>	0,39	0,38	0,77	0,38
<b>A2M4</b>	0,39	0,30	0,69	0,34
<b>A3M1</b>	0,48	0,48	0,95	0,48
<b>A3M2</b>	0,39	0,38	0,78	0,39
<b>A3M3</b>	0,36	0,37	0,73	0,36

<b>A3M4</b>	0,33	0,29	0,62	0,31
<b>A4M1</b>	0,42	0,44	0,86	0,43
<b>A4M2</b>	0,36	0,35	0,71	0,35
<b>A4M3</b>	0,33	0,33	0,66	0,33
<b>A4M4</b>	0,33	0,27	0,60	0,30
<b>Total</b>	13,16			
<b>Rataan</b>				0,41

Tabel Analisis Sidik Ragam Densitas Busa

<b>SK</b>	<b>db</b>	<b>JK</b>	<b>KT</b>	<b>F hit.</b>		<b>F.05</b>	<b>F.01</b>
<b>Perlakuan</b>	15	0,170	0,011	18,333	**	2,91	4,48
<b>A</b>	3	0,098	0,033	52,852	**	4,16	4,48
<b>A Lin</b>	1	0,086	0,086	139,765	**	4,16	4,48
<b>A kuad</b>	1	0,009	0,009	13,847	**	4,16	4,48
<b>A Kub</b>	1	0,003	0,003	4,945	**	4,16	4,48
<b>M</b>	3	0,061	0,020	33,061	**	4,16	4,48
<b>M Lin</b>	1	0,056	0,056	90,823	**	4,16	4,48
<b>M Kuad</b>	1	-2,348	-2,348	-3803,202	tn	4,16	4,48
<b>M Kub</b>	1	2,354	2,354	3811,562	**	4,16	4,48
<b>AxM</b>	9	0,011	0,001	1,918	tn	1,98	4,484
<b>Galat</b>	16	0,010	0,001				
<b>Total</b>	31	0,180					

Keterangan :

FK : 5,41

KK : 6,043 %

\*\* : berbeda sangat nyata

\* : berbeda nyata

tn : tidak nyata

Lampiran 3. Tabel Data Hasil Pengamatan Stabilitas Busa

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	UI	UII		
A1M1	0,35	0,25	0,60	0,30
A1M2	0,60	0,30	0,90	0,45
A1M3	0,45	0,35	0,80	0,40
A1M4	0,50	0,45	0,95	0,48
A2M1	0,45	0,65	1,10	0,55
A2M2	0,85	0,80	1,65	0,83
A2M3	0,85	0,95	1,80	0,90
A2M4	0,90	0,95	1,85	0,93
A3M1	0,75	0,55	1,30	0,65
A3M2	0,90	0,99	1,89	0,95
A3M3	1,25	1,00	2,25	1,13
A3M4	1,20	1,15	2,35	1,18
A4M1	0,75	0,80	1,55	0,78
A4M2	1,20	1,25	2,45	1,23
A4M3	1,25	1,40	2,65	1,33
A4M4	1,35	1,48	2,83	1,42
<b>Total</b>			26,92	
<b>Rataan</b>				0,84

Tabel Analisis Sidik Ragam Stabilitas Busa

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
<b>Perlakuan</b>	15	3,65	0,24	23,95	**	2,91	4,48
<b>A</b>	3	2,61	0,87	85,77	**	4,16	4,48
<b>A Lin</b>	1	2,52	2,52	248,13	**	4,16	4,48
<b>A kuad</b>	1	0,07	0,07	6,56	**	4,16	4,48

<b>A Kub</b>	1	0,03	0,03	2,61	tn	4,16	4,48
<b>M</b>	3	0,87	0,29	28,44	**	4,16	4,48
<b>M Lin</b>	1	0,74	0,74	73,11	**	4,16	4,48
<b>M Kuad</b>	1	-7,85	-7,85	-772,92	tn	4,16	4,48
<b>M Kub</b>	1	7,97	7,97	785,14	**	4,16	4,48
<b>AxM</b>	9	0,17	0,02	1,85	tn	1,98	4,48
<b>Galat</b>	16	0,16	0,01				
<b>Total</b>	31	3,81					

Keterangan :

FK : 22,65

KK : 11,980 %

\*\* : berbeda sangat nyata

\* : berbeda nyata

tn : tidak nyata