

**ANALISIS SIFAT BUSA DAN KARAKTERISTIK SERBUK
PADA PEMBUATAN SERBUK OKRA HIJAU
(*Abelmoschus esculentus* L. *moench*) DENGAN
METODE *FOAM MAT DRYING***

SKRIPSI

Diajukan kepada :
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Menyelesaikan Program Strata Satu (S1) Gizi (S.Gz)



Disusun oleh:

Laila Nurbaiti
NIM 1807026076

**PROGRAM STUDI GIZI
FAKULTAS PSIKOLOGI DAN KESEHATAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS PSIKOLOGI DAN KESEHATAN

Jl. Jalan Prof. Dr. Hamka Km.1 Kampus III Ngaliyan Semarang Kode Pos 50185
Telepon (024) 76433370; Email: fpk@walisongo.ac.id; Website: fpk.walisongo.ac.id

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Analisis Sifat Busa dan Karakteristik Serbuk
pada Pembuatan Serbuk Okra Hijau (*Abelmoschus
esculentus* L. *moench*) dengan Metode *Foam Mat
Drying*
Penulis : Laila Nurbaiti
NIM : 1807026076
Program studi : Gizi

Telah diujikan dalam sidang *munaqosyah* oleh Dewan Penguji
Fakultas Psikologi dan Kesehatan Universitas Islam Negeri Walisongo
Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar sarjana gizi.

Semarang, 11 Januari 2024

DEWAN PENGUJI

Penguji I

Penguji II


Wenny Dwi Kurniati, S.T., M.Si
NIP. 199105162019037311


H. Moh Arifin, S.Ag, M.Hum
NIP. 197110121997032001

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Dina Sugiyanti, M.Si
NIP. 198408292011012005


Fitrin Susilowati, M.Sc
NIP. 199004192018012002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Laila Nurbaiti
NIM : 1807026076
Program Studi : Gizi
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Negeri
Walisongo Semarang

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis dengan judul “Analisis Sifat Busa dan Karakteristik Serbuk pada Pembuatan Serbuk Okra Hijau (*Abelmoschus esculentus* L. *moench*) dengan Metode *Foam Mat Drying*” adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan karya tulis orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini merupakan hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Semarang, 12 Desember 2023
Pembuat pernyataan,



Laila Nurbaiti
NIM.1807026076

NOTA PEMBIMBING

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Psikologi dan Kesehatan
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, mengadakan koreksi, dan perbaikan sebagaimana mestinya, maka kami menyatakan bahwa naskah skripsi mahasiswa :

Nama : Laila Nurbaiti

NIM : 1807026076

Program Studi : Gizi

Judul Skripsi : Analisis Sifat, Busa dan Karakteristik Serbuk pada Pembuatan Serbuk Okra Hijau (*Abelmoschus esculentus L. moench*) dengan Metode *Foam Mat Drying*

Dengan ini telah disetujui dan oleh karenanya kami mohon untuk segera diujikan.
Atas perhatiannya kami sampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 12 Desember 2023

Pembimbing I
Bidang Substansi Materi



Dr. Dina Sugiyanti, M.Si
NIP : 198408292011012005

Pembimbing II
Bidang Metodologi dan Tata Tulis



Fitria Susilowati, M.Sc
NIP. 199004192018012002

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat, rahmat serta karunia yang selalu tercurah limpahkan bagi seluruh hamba-Nya. Sholawat serta salam senantiasa penulis haturkan kepada Nabi Agung Muhammad SAW, semoga kita termasuk umat yang mendapat syafaatnya di hari kiamat nanti. Aamiin.

Alhamdulillah pada kesempatan ini, penulis telah menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Analisis Sifat Busa dan Karakteristik Serbuk pada Pembuatan Serbuk Okra Hijau (*Abelmoschus esculentus* L. *moench*) dengan Metode *Foam Mat Drying*”, guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana gizi (S.Gz) Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo Semarang.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, serta banyak kekurangan di dalamnya. Dengan keterbatasan yang penulis miliki, skripsi ini tentu tidak akan selesai tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menghaturkan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Tahziun dan Ibu Umi Khodimah yang selalu berjuang baik dalam segi materi maupun non-materi, yang terus memberikan do’a serta kasih sayang dengan tulus tak terhingga, dan senantiasa memberikan dukungan, nasehat serta semangat tanpa henti kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Adik satu-satunya penulis, dek Nilna Khiyarul Labibah

3. Ibu Nyai Hj. Aisyatun dan Gus Misbahul Munir beserta segenap keluarga ndalem Pondok Pesantren Uswatun Hasanah Mangkang Wetan.
4. Bapak Prof. Dr. H. Nizar, M.Ag, selaku Plt. Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
5. Bapak Prof. Dr. Syamsul Ma'arif, M.Ag, selaku Dekan Fakultas Psikologi dan Kesehatan Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
6. Ibu Dr. Dina Sugiyanti, M.Si, selaku Kepala Jurusan Prodi Gizi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
7. Ibu Dwi Hartanti, S.Gz, M.Gizi, selaku Sekretaris Jurusan Prodi Gizi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
8. Ibu Pradipta Kurniasanti, SKM, M.Gizi, selaku Wali Dosen penulis yang selalu memberikan semangat dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
9. Ibu Dr. Dina Sugiyanti, M.Si dan Ibu Fitria Susilowati, M.Sc, selaku Dosen pembimbing I dan II yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan arahan dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
10. Ibu Wenny Dwi K, S.T.P, M.Si dan Bapak H. Moh. Arifin, M.Hum, selaku Dosen Penguji I dan II yang telah bersedia memberikan masukan dan saran untuk menyempurnakan skripsi ini.
11. Segenap Bapak dan Ibu Dosen, pegawai serta civitas akademik Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo Semarang.
12. Petani okra hijau di Desa Sawangan, Kec. Gringsing, Kab. Batang yang telah bersedia membantu dan menyediakan buah okra hijau untuk digunakan sebagai bahan penelitian.
13. Sahabat terbaik penulis, Aida Solichah, Tri Surya Apriliyana, Hesti Putri Lestari dan Mbak Rr. Ananda, terima kasih telah

bersedia menjadi tempat berbagi keluh kesah selama penulisan skripsi ini.

14. Teman-teman kelas Gizi C angkatan 2018 yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.
15. Berbagai pihak yang telah berkontribusi dan bersedia membantu dalam penulisan skripsi ini.

Semoga kebaikan selalu menyertai semua pihak yang telah berkenan membantu dalam proses penulisan skripsi serta mendapat keberkahan dari Allah SWT. Aamin.

Semarang, Desember 2023

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Laila Nurbaiti', with a stylized, flowing script.

Laila Nurbaiti

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat serta karunia-Nya, skripsi ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua penulis yaitu Bapak Tahziun dan Ibu Umi Khodimah. Terima kasih atas segala pengorbanan, kasih sayang, nasihat serta doa baik yang tidak pernah lekang oleh waktu, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik.

MOTTO

قُلْ لَا يَسْتَوِي الْخَبِيثُ وَالطَّيِّبُ وَلَوْ أَعْجَبَكَ كَثْرَةُ الْخَبِيثِ ۚ فَاتَّقُوا اللَّهَ يَا أُولِي
الْأَلْبَابِ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ ﴿١٠٠﴾

Artinya: “Katakanlah (Nabi Muhammad). “Tidaklah sama yang buruk dengan yang baik meskipun banyaknya yang buruk itu menarik hatimu, Maka bertakwalah kepada Allah wahai orang-orang yang berakal, agar kamu mendapat keberuntungan.”
{ Q.S Al-Maidah, Ayat : 100 }

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
NOTA PEMBIMBING	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. RUMUSAN MASALAH.....	6
C. TUJUAN PENELITIAN	6
D. MANFAAT HASIL PENELITIAN	7
E. KEASLIAN PENELITIAN	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
A. LANDASAN TEORI	13
1.Okra Hijau.....	13
2.Pembuatan Serbuk Okra Hijau.....	21
3.Prinsip Dasar dan Berbagai Macam Metode Pengeringan	24
4.Metode Pengeringan Busa (<i>Foam Mat Drying</i>)	28
5.Karakteristik Serbuk.....	40
6.Pangan Fungsional.....	44
7.Serat Pangan.....	50
8.Vitamin C.....	55
9.Angka Kecukupan Gizi Serat dan Vitamin C yang dianjurkan.....	57
B. KERANGKA TEORI.....	58
C. KERANGKA KONSEP	60

D. HIPOTESIS PENELITIAN	61
BAB III METODE PENELITIAN	63
A. JENIS DAN VARIABEL PENELITIAN	63
B. WAKTU TEMPAT DAN PENELITIAN	64
C. POPULASI DAN SAMPEL	64
D. DEFINISI OPERASIONAL	65
E. PROSEDUR PENELITIAN	70
F. PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA	80
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	81
A. SERBUK OKRA HIJAU	81
B. ANALISIS SIFAT BUSA	84
C. ANALISIS KARAKTERISTIK SERBUK OKRA HIJAU	104
D. ANALISIS KANDUNGAN GIZI SERBUK OKRA HIJAU	117
BAB V PENUTUP	128
A. KESIMPULAN	128
B. SARAN	129
DAFTAR PUSTAKA	130
LAMPIRAN	144

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Keaslian penelitian	8
Tabel 2.	Kandungan gizi 100 gr okra segar.....	18
Tabel 3.	Macam-macam protein dalam telur.....	31
Tabel 4.	Kandungan gizi telur ayam ras.....	34
Tabel 5.	Komposisi maltodekstrin	35
Tabel 6.	SNI minuman serbuk	43
Tabel 7.	Jenis klaim dan contohnya	48
Tabel 8.	Klasifikasi serat pangan berdasarkan sifat kelarutannya	52
Tabel 9.	AKG serat dan vitamin C (orang/hari)	57
Tabel 10.	Formulasi pembuatan serbuk okra hijau.....	63
Tabel 11.	Definisi operasional.....	65
Tabel 12.	Alat dan bahan	70
Tabel 13.	Hasil analisis densitas busa	85
Tabel 14.	Hasil analisis volume ekspansi.....	91
Tabel 15.	Hasil analisis fraksi udara busa	95
Tabel 16.	Hasil analisis stabilitas busa	99
Tabel 17.	Formulasi Terbaik	103
Tabel 18.	Hasil analisis rendemen serbuk	104
Tabel 19.	Hasil analisis kelarutan serbuk.....	107
Tabel 20.	Hasil analisis warna menggunakan <i>color reader</i> ...	111
Tabel 21.	Hasil analisis kadar air serbuk.....	118
Tabel 22.	Hasil analisis kadar abu serbuk	121
Tabel 23.	Hasil analisis serat pangan serbuk.....	125

DAFTAR GAMBAR

Gambar	1. Pohon dan buah okra.....	13
Gambar	2. Proses pengeringan metode <i>foam mat drying</i>	24
Gambar	3. Konsep dasar <i>foam mat drying</i>	30
Gambar	4. Kerangka teori	59
Gambar	5. Kerangka konsep	60
Gambar	6. Proses pembuatan serbuk okra hijau.....	73
Gambar	7. Sari Okra Hijau.....	82
Gambar	8. Hasil serbuk okra hijau	84
Gambar	9. Rata-rata densitas busa	88
Gambar	10. Rata-rata volume ekspansi busa	93
Gambar	11. Rata-rata fraksi udara busa	98
Gambar	12. Rata-rata stabilitas busa okra hijau	101
Gambar	13. Rata-rata rendemen serbuk okra hijau	105
Gambar	14. Rata-rata kelarutan serbuk okra hijau	108
Gambar	15. Tingkat kecerahan (L^*) serbuk.....	112
Gambar	16. Tingkat kemerahan (a^*) serbuk	114
Gambar	17. Tingkat kekuningan (b^*) serbuk.....	115
Gambar	18. Rata-rata kadar air serbuk	119
Gambar	19. Rata-rata kadar abu serbuk	123
Gambar	20. Rata-rata serat pangan serbuk.....	126

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data SPSS Sifat Busa	144
Lampiran 2. Data SPSS Uji Laboratorium	146
Lampiran 3. Hasil Analisis Sifat Busa	150
Lampiran 4. Hasil Analisis Data Laboratorium.....	174
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian.....	189

ABSTRACT

Backgrounds : Green okra is for health because it contains various nutrients and bioactive compounds. Making green okra powder using the foam mat drying method, namely a method of drying liquid or semi-liquid materials using foaming techniques by adding foaming agents and foam stabilizers.

Purposes : Determine the properties of green okra foam (foam density, expansion volume, air fraction, foam stability); powder characteristics (yield, solubility, color); nutrient content (water content, ash content, dietary fiber).

Methods : Experimental research with completely randomized design with two treatment factors, namely egg white and maltodextrin concentrations of 10%, 15%, 20% respectively. The two factors were combined to obtain nine treatments, then the four best treatments were selected for further laboratory testing.

Results : The research results show that the best foam properties are found in the T3M3 treatment with the foam density 0,45 gr/cm³, expansion volume 2,0 cm³, air fraction 0,55 gr/cm³, and foam stability 96,66 %. The results of the characteristics of okra powder showed the highest value in yield (21 gr) and solubility (96,10%) is present in the treatment T3M3. The results of nutritional content of okra powder showed the lowest water content (1,2%) is present in the treatment T3M3, while the highest levels of dietary fiber were found in the control treatment (34,6%). Treatments T2M1 and T3M2 produced the lowest ash content (0,96%). Color measurements show that treatments T2M1, T3M2, and T3M3 are similar to the control color, while T3M1 is less similar to the respective ΔE 2,34 (pass); 4,10 (pass); 3,96 (pass); and 5,76 (failure).

Conclusions : The treatment given has a real effect on foam density, expansion volume, air fraction, yield, solubility, color, water content and dietary fiber, but it has no real effect on foam stability and ash content.

Keyword : Foam mat drying, foam properties, characteristics of powder, green okra

ABSTRAK

Latar Belakang : Okra hijau bermanfaat bagi kesehatan karena mengandung berbagai macam zat gizi dan senyawa bioaktif. Pembuatan serbuk okra hijau menggunakan metode *foam mat drying*, yaitu metode pengeringan pada bahan cair atau semi-cair melalui teknik pembusaan dengan menambahkan bahan pembusa dan bahan penstabil busa.

Tujuan : Mengetahui sifat busa okra hijau (densitas busa, volume ekspansi, fraksi udara, stabilitas busa); karakteristik serbuk okra hijau (rendemen, kelarutan, kelarutan); dan kandungan zat gizi serbuk okra hijau (kadar air, kadar abu, serat pangan).

Metode : Penelitian eksperimen dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktor perlakuan yaitu konsentrasi putih telur dan maltodekstrin masing-masing 10%, 15%, dan 20%. Kedua faktor dikombinasikan sehingga diperoleh sembilan perlakuan, kemudian dipilih empat perlakuan terbaik untuk selanjutnya dilakukan uji laboratorium.

Hasil : Hasil penelitian sifat busa terbaik terdapat pada T3M3 dengan densitas busa $0,45 \text{ gr/cm}^3$, volume ekspansi $2,00 \text{ cm}^3$, fraksi udara $0,55 \text{ gr/cm}^3$, dan Stabilitas busa 96,66 %. Hasil karakteristik serbuk okra menunjukkan rendemen tertinggi (21,00 gr) dan kelarutan (96,10%) terdapat pada T3M3. Hasil kandungan gizi serbuk okra menunjukkan kadar air terendah (1,2%) pada T3M3, dan kadar serat pangan tertinggi (34,6%) pada kontrol. T2M1 dan T3M2 menghasilkan kadar abu terendah (0,96%). Pengukuran warna menunjukkan T2M1, T3M2, dan T3M3 serupa dengan warna kontrol, sedangkan T3M1 kurang menyerupai.

Kesimpulan : Perlakuan yang diberikan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) pada parameter densitas busa, volume ekspansi, fraksi udara, rendemen, kelarutan, warna, kadar air, dan serat pangan, namun tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) pada parameter stabilitas busa dan kadar abu.

Kata Kunci : *foam mat drying*, sifat busa, karkteristi serbuk, okra hijau

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Okra hijau merupakan salah satu tanaman yang termasuk dalam famili *malvaceae* (kapas-kapasan) yang berasal dari Afrika bagian tropis. Tanaman ini memiliki batang berwarna hijau kemerahan dengan tinggi sekitar 1,5–2 meter, bentuk daun menjari dengan tulang daun menyirip, panjang tangkai sekitar 10–15 cm, serta bentuk bunga menyerupai terompet yang berwarna kekuningan dan merah tua di bagian bawah (Simanjuntak & Gultom, 2018). Pertumbuhan okra hijau hingga saat ini telah tersebar di berbagai wilayah yang memiliki iklim tropis dan subtropis, salah satunya yaitu Indonesia. Okra hijau memiliki nilai jual yang tinggi terutama untuk kebutuhan ekspor. Pada tahun 2017, produksi okra hijau di Jember Jawa Timur mencapai 550-600 ton dengan luas lahan 2,5-3 hektar (Novianto & Hartatik, 2021).

Menurut Henisa (2020) okra hijau atau biasa disebut dengan *ladies finger* merupakan sayuran fungsional yang memiliki berbagai manfaat kesehatan seperti menurunkan kadar kolesterol dalam darah, mencegah diabetes, mencegah berkembangnya sel kanker, serta baik untuk pencernaan. Dalam 100 gr okra mengandung kadar air 85,70%; karbohidrat 1,4%; protein 8,30%; dan lemak 2,05% (Saragih, 2017). Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa okra hijau dapat menimbulkan efek hipoglikemik dan hipolipidemik yang signifikan. Konsumsi 10 gr serbuk okra yang dicampur dengan 150 gr *yoghurt* selama delapan

minggu diketahui dapat memberikan efek yang signifikan terhadap penurunan kadar trigliserida, total kolesterol, dan LDL-C (*low density lipoprotein cholesterol*) pada pasien diabetes tipe II (Moradi *et al.*, 2020). Selain gizi makro, okra juga mengandung gizi mikro seperti vitamin C, vitamin E, dan vitamin K. Vitamin C dikenal sebagai antioksidan yang dapat menetralkan radikal bebas dalam tubuh, sehingga jaringan dalam tubuh dapat tetap diperbaiki dan dipelihara (Puteri, 2019). Terlepas dari kandungan gizi tersebut, pemanfaatan okra hijau dirasa belum optimal. Hal ini dikarenakan tanaman okra hijau masih jarang diketahui oleh masyarakat luas, kecuali masyarakat di daerah-daerah tertentu (daerah penghasil okra: Batang, Kendal, Jember, dll). Selain itu, menurut Falade & Omojola (2010) okra tidak dapat disimpan lebih lama karena memiliki kandungan air yang tinggi sehingga mudah busuk. Okra dapat diawetkan dengan metode pengeringan untuk memperpanjang masa simpan (Ji & Pi, 2012).

Pangan fungsional merupakan istilah yang digunakan untuk menyebutkan berbagai bahan pangan yang di dalamnya mengandung zat gizi dan senyawa-senyawa bioaktif tertentu yang diperkirakan dapat meningkatkan derajat kesehatan. Menurut Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Indonesia, pangan fungsional diartikan sebagai bahan pangan alami maupun olahan yang berdasarkan kajian ilmiah mengandung satu atau lebih senyawa yang bermanfaat bagi tubuh, terbukti tidak membahayakan atau menimbulkan efek samping, serta memiliki karakteristik dan sensori seperti makanan pada umumnya sehingga mudah diterima oleh konsumen (BPOM, 2022).

Zat gizi dan senyawa bioaktif yang terkandung dalam pangan fungsional memiliki peran penting bagi kesehatan tubuh manusia dan bertanggung jawab atas berlangsungnya reaksi metabolisme (Suter, 2013). Okra hijau tergolong dalam jenis pangan fungsional karena dapat memberikan berbagai manfaat kesehatan, mengandung berbagai senyawa bioaktif dan zat gizi. Okra hijau kaya akan serat seperti pektin, selulosa dan gum (Nikpayam *et al.*, 2021). Serat merupakan karbohidrat golongan polisakarida yang tidak dapat dihidrolisis atau dicerna oleh enzim pencernaan manusia, melainkan akan menyerap air ketika sampai di usus besar sehingga mempermudah proses defekasi (Winarti, 2010). Okra hijau dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kontrol kolesterol dan glikemia sebagaimana dijelaskan dalam penelitian sebelumnya oleh Zim *et al.*, (2021) bahwa pemberian lendir okra sebanyak 150 mg/kg dan suspensi biji kulit okra sebanyak 200 mg/kg yang diberikan pada tikus diabetes selama tiga minggu dapat memberikan efek penurunan terhadap trigliserida, kolesterol total dan LDL secara signifikan (Panighel *et al.*, 2022). Okra hijau juga mengandung berbagai macam antioksidan seperti vitamin C, flavonoid dan polifenol (Aleissa *et al.*, 2022). Antioksidan dibutuhkan oleh tubuh untuk melindungi kerusakan sel-sel yang disebabkan oleh radikal bebas, oleh karena itu antioksidan berfungsi untuk mencegah atau memperlambat proses oksidasi dalam tubuh (Widyaningsih *et al.*, 2017).

Pengeringan merupakan salah satu metode pengawetan bahan makanan yang banyak digunakan dalam industri pengolahan bahan pangan. Hal ini dilakukan sebagai alternatif dalam penanganan pascapanen untuk mencegah

terjadinya kerusakan pada bahan. Metode *foam mat drying* merupakan salah satu metode pengeringan sederhana yang dapat digunakan pada tingkat industri rumah tangga. Metode *foam mat drying* merupakan metode pengeringan bahan berbentuk cair maupun semi-cair melalui teknik pembusaan dengan menambahkan bahan pembusa dan bahan penstabil busa. (Ariska & Utomo, 2020). Pengeringan dengan metode *foam mat drying* bertujuan untuk mempercepat proses penguapan, memperluas dan meningkatkan rongga serta menjaga mutu bahan agar tetap baik (Febrianto *et al.*, 2012).

Metode *foam mat drying* memiliki beberapa kelebihan dibanding dengan metode pengeringan lain, diantaranya yaitu prosesnya relatif sederhana serta menggunakan suhu yang relatif rendah, sehingga komponen gizi yang terkandung dalam bahan dapat dipertahankan (Aliyah & Handayani, 2019). Putih telur ayam digunakan sebagai bahan pembusa bertujuan untuk mempercepat proses pengeringan karena ketika putih telur dikocok akan menghasilkan busa yang dapat meningkatkan luas permukaan dan memberikan struktur berpori yang mengakibatkan kecepatan pengeringan meningkat (Mulyoharjo, 2022). Bahan penstabil yang digunakan adalah maltodekstrin yang berfungsi untuk membantu menstabilkan busa yang terbentuk agar tidak mudah runtuh, mampu membentuk film, menghambat terjadinya kristalisasi, memiliki daya ikat yang kuat, dan meningkatkan waktu larut (Elwin, 2018).

Pengaplikasian metode *foam mat drying* dalam pembuatan produk serbuk belum dikenal oleh masyarakat luas dan masih jarang dilakukan, oleh karena itu penelitian dengan judul “Analisis Sifat Busa dan Karakteristik Serbuk

pada Pembuatan Serbuk Okra Hijau (*Abelmoschus esculentus* L. *moench*) dengan Metode *Foam Mat Drying*” perlu dilakukan sebagai upaya untuk mengenalkan salah satu metode pengeringan yang dapat diaplikasikan pada tingkat industri rumah tangga dengan proses yang sederhana dan biaya yang relatif murah namun tetap didapatkan hasil produk serbuk okra hijau yang berkualitas. Serbuk okra hijau dapat dijadikan sebagai minuman seduh ataupun suplemen tambahan bagi ibu hamil yang menyehatkan karena kandungan gizi dan senyawa bioaktif di dalamnya. Allah SWT berfirman dalam Q.S Al-Gasyiyah ayat 17-23 terkait perintah untuk melakukan penelitian secara intensif, sebagai berikut:

أَفَلَا يَنْظُرُونَ إِلَى الْإِبِلِ كَيْفَ خُلِقَتْ ﴿١٧﴾ وَإِلَى السَّمَاءِ كَيْفَ رُفِعَتْ ﴿١٨﴾ وَإِلَى الْجِبَالِ كَيْفَ نُصِبَتْ ﴿١٩﴾ وَإِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ سُطِحَتْ ﴿٢٠﴾ فَذَكِّرْ ۚ لَمْ إِلَهَآئِكَ مَدَكِرْ ﴿٢١﴾ لَسْتَ عَلَيْهِمْ بِمُصَيِّرٍ ﴿٢٢﴾ إِلَّا مَن تَوَلَّى وَكَفَرَ ﴿٢٣﴾

Artinya: “Maka tidakkah mereka memperhatikan unta, bagaimana diciptakan? (17). Dan langit, bagaimana ditinggikan? (18). Dan gunung-gunung bagaimana ditegakkan? (19). Dan bumi bagaimana dihamparkan? (20). Maka berilah peringatan, karena sesungguhnya engkau (Muhammad) hanyalah pemberi peringatan (21). Engkau bukanlah orang yang berkuasa atas mereka (22), kecuali (jika ada) orang yang berpaling dan kafir (23)”. (KEMENAG, 2017).

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah dirumuskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat pengaruh terhadap sifat busa (densitas busa, volume ekspansi, fraksi udara, dan stabilitas busa) dengan penambahan sari okra hijau ?
2. Bagaimana karakteristik fisik (rendemen, kelarutan, dan warna) pada serbuk okra hijau dengan metode *foam mat drying* ?
3. Bagaimana hasil analisis zat gizi (kadar air, kadar abu dan serat pangan) pada serbuk okra hijau dengan metode *foam mat drying* ?

C. TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui pengaruh penambahan sari okra hijau terhadap sifat busa (densitas busa, volume ekspansi, fraksi udara, dan stabilitas busa).
2. Mengetahui karakteristik fisik (rendemen, kelarutan, dan warna) pada serbuk okra hijau dengan metode *foam mat drying*.
3. Mengetahui hasil analisis zat gizi (kadar air, kadar abu, dan serat pangan) pada serbuk okra hijau dengan metode *foam mat drying*.

D. MANFAAT HASIL PENELITIAN

Berdasarkan penelitian yang akan dilakukan, diharapkan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat maupun peneliti sebagai berikut:

- a. Manfaat penelitian bagi masyarakat
 1. Meningkatkan produksi okra hijau dalam industri pertanian serta hasil olahannya.
 2. Memberikan informasi bagaimana cara pembuatan serbuk okra hijau dengan metode *foam mat drying*.
 3. Motivasi dan inovasi dalam berwirausaha dengan memanfaatkan sumber bahan pangan secara optimal.

- b. Manfaat penelitian bagi peneliti

Diharapkan dengan adanya penelitian ini, mahasiswa dapat menambah wawasan dengan menjadikannya sebagai sarana pembelajaran dengan mempraktikan ilmu yang telah didapat selama masa perkuliahan.

E. KEASLIAN PENELITIAN

Keaslian penelitian mencerminkan kemampuan peneliti untuk mengidentifikasi penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian yang dilakukan. Keaslian penelitian ditulis sebagai pembeda dari penelitian-penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan. Keaslian penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Keaslian penelitian

Peneliti dan judul penelitian	Metode penelitian	Hasil penelitian
Jajal Dehghannya, Babak Ghanbarzadeh, Hossein Ghaffari <i>Influence of Foam Thickness on Production of Lime Juice Powder During Foam Mat Drying: Experimental and Numerical Investigation</i> (Dehghannya et al., 2018)	Metode <i>foam mat drying</i> dengan perlakuan penambahan putih telur 4% dan metil selulosa 1,5% dan dikocok selama 3 menit dengan kecepatan maksimum. Busa yang terbentuk kemudian dihamparkan pada pelat aluminium dengan ketebalan 4 mm; 5 mm; dan 6 mm. Busa kemudian dikeringkan pada suhu 50 °C hingga mencapai kadar air tertentu. Busa yang telah kering kemudian digiling dan dikemas.	Densitas busa pada ketebalan 4 mm; 5 mm; dan 6 mm masing-masing 0,168 g/cm ³ ; 0,174 g/cm ³ ; dan 0,171 g/cm ³ . Peningkatan ketebalan busa menyebabkan penurunan indeks kelarutan air 3,11% dan indeks penyerapan air 14,47%. Laju pengeringan menurun seiring bertambahnya ketebalan busa dari 4 mm menjadi 6 mm. Peningkatan tebal busa menurunkan perubahan warna total, indeks kroma dan indeks pencoklatan masing-masing 4,45%; 3,88%; dan 2,19%
Asri Widyasanti, Nur Alifa Septianti, Sarifah Nurjanah.	Metode <i>foam mat drying</i> dengan perlakuan maltodekstrin 10%;	Nilai rendemen terbaik diperoleh pada konsentrasi maltodekstrin 20%

Peneliti dan judul penelitian	Metode penelitian	Hasil penelitian
Pengaruh Penambahan Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Fisikokimia Bubuk Tomat Hasil Pengeringan Pembusaan (<i>Foam Mat Drying</i>) (Widyasanti <i>et al.</i> , 2018)	15%; 20%; dan putih telur 5%. Kocok maltodekstrin dan jus tomat selama 2 menit, putih telur dikocok terpisah. Ketiga bahan yang sudah dikocok dicampur dan dikocok kembali selama 10 menit. Busa yang terbentuk dihamparkan dalam loyang dengan tebal 3 mm, dan dikeringkan menggunakan oven konveksi suhu 60 °C selama 8-10 jam.	yaitu 15,29%. Karakteristik fisikokimia terbaik diperoleh pada penambahan maltodekstrin 20% dan putih telur 5% yaitu kadar air 5,86% basis basah; kadar abu 6,24%; kelarutan 95,24%; indeks penyerapan air 12,96%; dan vitamin C 75,49 mg/100gr.
Ruth Frida Juliyanti Tambunan Pembuatan Bubuk Kelapa dengan Menggunakan Teknologi Pengeringan Busa dan Analisis Karakteristik Fisiko-Kimianya	Sebelum masuk pada tahap pembentukan busa (<i>foam mat drying</i>), santan lebih dulu dicampur dengan air (perbandingan 2:3) dan dipasteurisasi selama 7 menit dengan suhu 75 °C, setelah itu dicampur dengan <i>emulsifier</i>	Pada perlakuan putih telur 8% dan emulsifier 0,1% stabilitas busa menunjukkan nilai 100% (tidak terjadi penyusutan). Pada setiap perlakuan menunjukkan nilai densitas busa rendah berkisar 0,84-1,00 gr/ml dan rendemen

Peneliti dan judul penelitian	Metode penelitian	Hasil penelitian
(Tambunan, 2019)	dan diaduk kembali selama 2 menit. Selanjutnya memasuki metode <i>foam mat drying</i> dengan mencampurkan putih telur sesuai perlakuan(6%; 8%;10%), CMC 0,6% dan maltodekstrin 10% pada santan kemudian dikocok selama 10 menit. Busa yang terbentuk di letakkan pada loyang dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 65 °C selama 7-8 jam. Santan kering kemudian dihancurkan dan dikemas.	27%-31%. Nilai kelarutan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi putih telur yaitu 70,11%; 78,57%, dan 79,52%. Sedangkan kadar air terendah diperoleh pada konsentrasi putih telur 10% dan emulsifier 0,3 yaitu 3, 79%.
Devi Yuni Susanti, Wahyudi Budi Sediawan, Mohammad Fahrurrozi,	Metode <i>foam mat drying</i> dengan perlakuan konsentrasi bahan pembusa (gum arab dan <i>whey</i>	Busa dengan kualitas stabilitas tinggi diperoleh pada penambahan konsentrasi

Peneliti dan judul penelitian	Metode penelitian	Hasil penelitian
Muslikhin Hidayat.	protein) masing-masing 10% dan 20%. Konsentrasi	xanthan gum 0,5% selama 15 menit pengocokan.
<i>Foam Mat Drying in The Encapsulation of Red Sorghum Extract: Effects of Xanthan Gum Addition on Foam Properties and Drying Kinetics</i> (Susanti <i>et al.</i> , 2021)	xanthan gum sebagai bahan penstabil 0,125%; 0,25%; 0,5%. Pengocokan dilakukan dengan kecepatan 1200 rpm (5 menit; 10 menit; 15 menit). Busa yang terbentuk dihamparkan pada loyang berdiameter 15 cm dan tebal busa 1 cm. Pengeringan dilakukan menggunakan pengering kabinet dengan suhu 40 °C.	Konsentrasi tersebut menghasilkan serbuk ekstrak sorgum merah yang mengandung 9,227 mg _{P_A} /mg proantosianidin selama proses enkapsulasi. Hal ini menunjukkan <i>foam mat drying</i> bekerja baik pada proses enkapsulasi sorgum merah karena mampu mempertahankan kandungan proantosianidin yang disebut dengan produktivitas enkapsulasi.
Khwaja Osama, Kaiser Younis, Ovais S. Qadri, Shama Parveen, Mohammed Haris Siddiqui.	Metode <i>foam mat drying</i> dengan perlakuan putih telur (5%; 10%; 15%), air (50%; 75%; 100%), dan kecepatan pengocokan (1000 rpm, 1200 rpm, 1400	Penambahan konsentrasi putih telur hingga 10% menunjukkan densitas busa menurun dan volume ekspansi meningkat. Peningkatan

Peneliti dan judul penelitian	Metode penelitian	Hasil penelitian
<i>Development of Under Utilized Kadam (Neolamarckia Cadamba) Powder Using Foam Mat Drying</i> (Osama et al., 2022)	rpm) selama 10 menit. Busa yang terbentuk dihamparkan pada loyang ukuran (25 mm x 12 mm x 7 mm) kemudian dikeringkan pada pengering baki dengan suhu berbeda (40; 50; 60 °C).	penambahan konsentrasi putih telur dari 5% menjadi 10% meningkatkan kadar air 5,90%. Penurunan laju pengeringan disebabkan karena semakin tebal busa maka volume akan semakin bertambah sehingga waktu pengeringan semakin lama.

Kelebihan pada penelitian dengan judul “Analisis Sifat Busa dan Karakteristik Serbuk pada Pembuatan Serbuk Okra Hijau (*Abelmoschus esculentus* L. *moench*) dengan Metode *Foam Mat Drying*” yaitu, pada prosesnya menggunakan putih telur ayam sebagai bahan pembentuk busa. Telur ayam lebih banyak mengandung protein dibanding dengan telur lainnya, sehingga kualitas busa yang terbentuk akan lebih baik. Pengocokan putih telur juga dilakukan hingga mencapai tingkatan *stiff peak* dimana pada tingkatan ini busa yang terbentuk semakin kukuh dan mencapai volume maksimum, sehingga lebih stabil dan tidak mudah runtuh saat dikeringkan. Selain itu, juga dilakukan pengukuran sifat busa (stabilitas busa, densitas busa, volume ekspansi, dan fraksi udara). Hal ini karena sifat busa merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan dalam metode *foam mat drying*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. LANDASAN TEORI

1. Okra Hijau

a) Taksonomi dan Morfologi Okra Hijau

Tanaman okra hijau diketahui berasal dari Benua Afrika dan tersebar di berbagai negara yang memiliki daerah beriklim tropis dan subtropis, seperti Afrika Barat, Brazil, dan beberapa negara di Asia Tenggara, salah satunya Indonesia. Penanaman okra hijau di Indonesia dimulai sejak tahun 1877 di Kalimantan Barat dan telah lama dikembangkan oleh petani Tionghoa sebagai sayuran untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari (Fauziana, 2016). Pohon dan buah okra hijau dapat dilihat pada Gambar 1 .



Gambar 1. Pohon dan buah okra
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Okra hijau juga digunakan untuk memenuhi kebutuhan pasar swalayan, hotel, rumah makan dan restoran. Diketahui bahwa produksi okra Indonesia berhasil menembus pasar ekspor hingga ke Jepang (Saragih, 2017). Okra atau biasa disebut dengan *ladies fingers* adalah tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan dengan berbagai macam cara pengolahan, seperti minuman fungsional okra (Azni *et al.*, 2019), permen jeli okra (Janice *et al.*, 2022), puding okra (Puteri, 2019) dan mie basah berbasis okra (Agustina *et al.*, 2020). Berikut adalah taksonomi tanaman okra (ITIS, 2022):

<i>Kingdom</i>	: Plantae
<i>Subkingdom</i>	: Viridiplantae
<i>Infrakingdom</i>	: Streptophyta
<i>Super divisi</i>	: Embryophyta
<i>Divisi</i>	: Tracheophyta
<i>Subdivisi</i>	: Spermatophytina
<i>Kelas</i>	: Magnoliopsida
<i>Superordo</i>	: Rosanae
<i>Ordo</i>	: Malvales
<i>Famili</i>	: <i>Malvaceae</i> (kapas-kapasan)
<i>Genus</i>	: <i>Abelmoschus</i>
<i>Spesies</i>	: <i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) <i>moench</i>

Menurut Saragih (2017), okra adalah tanaman jenis kapas-kapasan yang dapat tumbuh tinggi mencapai 1–2 meter dengan warna batang agak kemerahan, daunnya hijau menjari dengan

bentuk tulang daun menyirip, sedangkan tangkai daun sepanjang 10-15 cm. Bunga okra berbentuk seperti terompet yang berwarna kekuningan serta merah tua pada bagian bawah, sedangkan buahnya dapat dibedakan menjadi tiga jenis berdasarkan warnanya yaitu okra hijau, okra ungu dan okra merah. Okra dapat tumbuh dengan baik apabila berada pada temperatur suhu yang tidak terlalu tinggi, yaitu sekitar 21-30 °C dengan temperatur minimum 18 °C dan temperatur maksimum 35 °C (Henisa, 2020). Pemanenan okra dilakukan ketika okra berumur sekitar 2-3 bulan setelah waktu tanam, sedangkan waktu yang cocok untuk memetik okra adalah pagi atau sore hari dengan interval waktu dua hari (Saragih, 2017). Okra yang warnanya pucat dan ukuran buah serta batangnya lebih panjang kurang diminati konsumen karena memiliki tekstur agak keras dibandingkan dengan buah okra yang memiliki ukuran lebih kecil karena rasanya lebih enak dan renyah. Saat diolah menjadi berbagai masakan, okra akan mengeluarkan lendir saat dimasak (Alrasid, 2022).

b) Kandungan Gizi dan Manfaat Okra Hijau

Keanekaragaman hayati merupakan satu kesatuan dari berbagai macam keberagaman makhluk hidup yang ditinjau dari keanekaragaman jenis, genetik maupun ekosistem. Hal ini merupakan bukti dari kekuasaan Allah SWT agar manusia senantiasa *bertafakkur* (berpikir), sehingga meningkat ketaqwaannya. Tanaman okra hijau tidak

disebutkan secara spesifik di dalam Al Qur'an, namun Allah SWT telah berfirman terkait keanekaragaman ciptaan-Nya (tumbuh-tumbuhan) yang merupakan anugerah bagi umat manusia. seperti dalam firman Allah surat Asy Syu'ara ayat 7:

أَوَلَمْ يَرْوِا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik?”.

Dalam tafsir Al Jalalain dijelaskan bahwa pada lafadz كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ yang artinya “betapa banyak kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik”, memiliki maksud yaitu Allah SWT telah menciptakan berbagai macam jenis tumbuh-tumbuhan yang mendatangkan manfaat, kemudian dalam tafsir Al Misbah juga dijelaskan bahwa pada ayat tersebut Allah SWT telah mengeluarkan beraneka ragam tumbuh-tumbuhan dari bumi yang bermanfaat bagi umat manusia, dan hal tersebut hanya dapat dilakukan oleh Allah SWT yang maha kuasa (Shihab, 2002).

Okra hijau adalah salah satu sayuran yang memiliki nilai gizi baik serta dapat dimanfaatkan dalam bidang industri dan farmakologi (Sindhu & Puri, 2016). Diketahui sayuran merupakan sumber gizi yang berkontribusi besar terutama pada

kebutuhan gizi ibu hamil, ibu menyusui dan anak-anak (Gemede *et al.*, 2016). Okra hijau banyak mengandung karbohidrat, protein, lemak, serat, vitamin, dan mineral. Okra juga kaya akan senyawa bioaktif, salah satunya yaitu golongan flavonoid seperti hiperosida, kumarin, katekin, dan flavonoid yang berfungsi sebagai antioksidan (Adelakun *et al.*, 2009). Okra hijau mengandung banyak lendir atau gel yang kaya akan senyawa polisakarida, pektin dan polifenol yang memiliki fungsi dalam berbagai aktivitas biologis yang berpotensi sebagai bahan terapi diet pada penderita obesitas dan gangguan metabolisme lipid (Fan *et al.*, 2013). Serat larut yang terkandung dalam buah okra seperti gum, pektin, guar gum, dan *carboxymethyl cellulose* (CMC) juga dapat berkontribusi pada berbagai macam penyakit degeneratif diantaranya yaitu diabetes mellitus, hiperlipidemia, dan obesitas (Alam & Khan, 2007).

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa produk okra (bubuk, ekstrak, air) memiliki efek yang menguntungkan bagi penderita hiperglikemia dan hiperlipidemia (Nikpayam *et al.*, 2021). Penelitian Moradi *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa pemberian 10 gr bubuk okra yang dicampur dengan 150 gr *yoghurt* yang diberikan saat makan siang dan makan malam selama delapan minggu menunjukkan hasil penurunan yang signifikan terhadap kadar trigliserida, total kolesterol, LDL, dan LDL-C/rasio HDL-C.

Menurut Artarini & Adnyana (2019) suplementasi ekstrak okra dalam berbagai dosis

diketahui dapat menurunkan kadar glukosa darah yang signifikan, hal ini sesuai dengan penelitian Zhang *et al* (2020) bahwa pemberian diet serbuk okra selama dua belas minggu menunjukkan penurunan yang signifikan terhadap kadar gula darah dan resistensi insulin pada tikus yang menerima diet tinggi lemak. Konsumsi buah, daun, maupun ekstrak okra juga dapat berkontribusi untuk mengontrol kadar kolesterol, peradangan sistemik, serta dapat memberikan aktivitas antioksidan bagi tubuh (Panighel *et al.*, 2022). Hal ini sejalan dengan penelitian Fauziana (2016) yang menyebutkan bahwa pemberian perasan buah okra berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan kadar kolesterol total pada mencit diabetes. Kandungan gizi buah okra menurut USDA dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan gizi 100 gr okra segar

	Kandungan gizi	Jumlah	Satuan
Proksimat	Energi	33	kkal
	Karbohidrat	7,45	gr
	Protein	1,93	gr
	Lemak	0,19	gr
	Serat	3,2	gr
	Air	89,6	gr
Mineral	Kalsium	82	mg
	Besi	0,62	mg
	Magnesium	57	mg
	Potasium	299	mg
	Sodium	7	mg
	Fosfor	61	gr
	Vitamin C	23	mg
	Vitamin E	0,27	mg
	Vitamin K	31,1	µg

Vitamin	Vitamin A	716	IU
	Vitamin B-6	0,215	µg
	Folat	60	µg
	Beta karoten	416	µg
	Kolin	12,3	mg

Sumber : USDA *National Nutrient Database for Standard References*

c) Antinutrisi pada Okra

Faktor antinutrisi merupakan senyawa yang terbentuk secara alami pada tanaman dan berfungsi sebagai pelindung diri, sehingga tanaman dapat hidup cukup lama serta dapat berkembang biak secara efektif (Kumoro & Alhanif, 2022). Faktor Antinutrisi adalah senyawa yang disintesis dalam makanan yang memberikan efek berlawanan dengan nutrisi. Senyawa antinutrisi dapat mengurangi pemanfaatan nutrisi secara maksimal terutama pada protein, mineral dan vitamin. Beberapa contoh faktor antinutrisi yaitu tanin, saponin, oksalat, fitat, lektin, protease inhibitor, dan alkaloid (Yanuartono *et al.*, 2019). Menurut Gemedé *et al.*, (2016) polong okra mengandung fitat 0,83-0,87 mg/100 gr dan oksalat 0,04-0,53 mg/100 gr.

1) Fitat

Fitat adalah bentuk garam dari asam fitat yang dapat ditemukan pada tanaman dan hewan. Fitat dianggap sebagai bentuk penyimpanan fosfat dan inositol dalam biji tanaman dan biji-bijian. Fitat bekerja sebagai ion yang bermuatan negatif tinggi, oleh karena itu keberadaannya dalam makanan memiliki

dampak negatif pada bioavailabilitas ion mineral seperti seng, besi, kalsium, dan magnesium (Gemedede & Ratta, 2014).

2) Saponin

Saponin adalah senyawa sekunder yang umumnya dikenal sebagai senyawa non-volatil dan tersebar luas di alam terutama tanaman. Saponin dalam konsentrasi tinggi dapat memberikan rasa pahit, selain itu saponin juga dapat mengurangi bioavailabilitas nutrisi dan menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan protein (Gemedede & Ratta, 2014).

3) Oksalat

Oksalat merupakan garam yang terbentuk dari *oxalic acid*. Contohnya yaitu kalsium oksalat yang dapat ditemukan dan tersebar luas pada tanaman. Oksalat dapat menghambat penyerapan besi, seng, tembaga, dan kalsium. Kalsium oksalat bersifat tidak larut dan cenderung mengendap atau memadat pada ginjal atau saluran kemih. Apabila kadarnya tinggi maka akan membentuk kristal kalsium oksalat dimana kristal-kristal tersebut berperan dalam pembentukan batu ginjal (Gemedede, 2011).

4) Tanin

Tanin merupakan senyawa polifenol pada tumbuhan astringen dan pahit yang dapat mengikat atau mengendapkan protein dan berbagai senyawa organik lainnya seperti asam

amino dan alkaloid. Tanin stabil terhadap panas dan dapat menurunkan daya cerna protein. Tanin dapat menghambat enzim tripsin, amilase, dan lipase, serta dapat mengganggu penyerapan zat besi (Gemedé & Ratta, 2014).

Penurunan atau penghilangan faktor antinutrisi dalam bahan pangan dapat dilakukan dengan melakukan berbagai macam teknik pengolahan seperti perendaman, penggilingan, pengeringan, perebusan, pencacahan, perkecambahan maupun perlakuan kimiawi. Berbagai macam teknik tersebut berguna untuk meningkatkan kualitas bahan serta inaktivasi faktor antinutrisi yang terkandung dalam bahan pangan (Yanuartono *et al.*, 2019).

2. Pembuatan Serbuk Okra Hijau

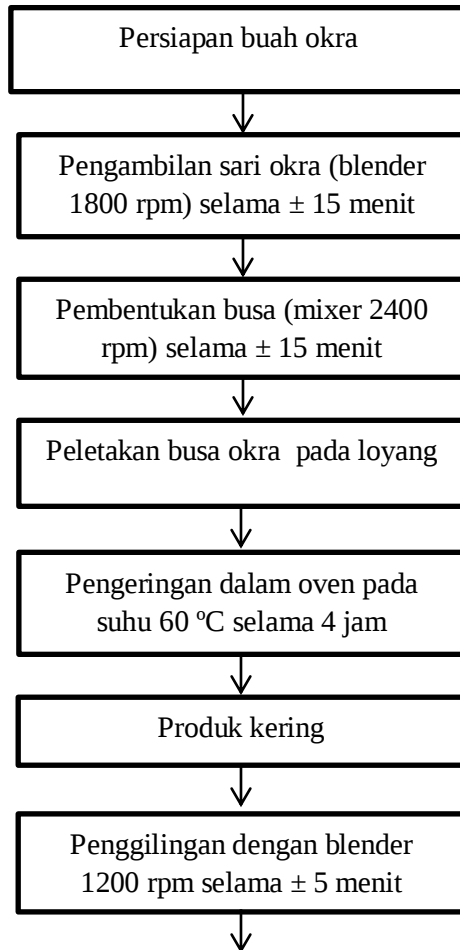
Okra hijau merupakan tanaman fungsional yang kaya akan zat gizi dan senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi tubuh. Okra dapat dikonsumsi dengan berbagai cara, diantaranya sebagai salad, sup, minuman, lalapan, maupun olahan lainnya (Henisa, 2020). Okra hijau juga dapat diolah menjadi serbuk okra yang kemudian dapat dijadikan sebagai minuman seduh yang menyehatkan. Serbuk okra hijau dapat dijadikan sebagai alternatif untuk mengonsumsi okra hijau apabila kurang menyukai kenampakan okra yang mengeluarkan lendir saat diolah. Menurut Fauza *et al.*, (2019) okra yang dikeringkan menjadi produk tepung atau serbuk okra dapat meningkatkan aktivitas antioksidan. Penelitian lain juga menjelaskan bahwa

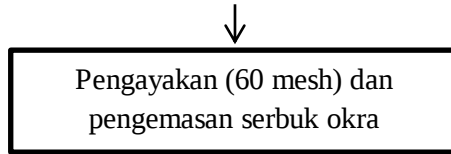
diet serbuk okra dapat memberikan efek pencegahan terjadinya obesitas melalui pengurangan gangguan stres oksidatif dan sindrom metabolik (Zhang *et al.*, 2020). Menurut Moradi *et al.*, (2020) pemberian 10 gr serbuk okra pada pasien diabetes tipe II diketahui dapat memberikan efek yang signifikan terhadap penurunan kadar trigliserida, total kolesterol, dan LDL-C (*low density lipoprotein cholesterol*).

Secara umum, pembuatan serbuk diawali dengan proses pengeringan yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan air yang terdapat dalam bahan, kemudian dilakukan penggilingan untuk memperoleh hasil berbentuk serbuk. Serbuk buah yang berkualitas akan memiliki warna, aroma dan rasa asli dari buah yang digunakan, namun perubahan warna, aroma dan rasa juga dapat terjadi pada saat proses pengeringan berlangsung. Hal ini dapat diakibatkan oleh beberapa faktor, yaitu adanya kontak dengan logam-logam tertentu, zat aditif yang ditambahkan, maupun adanya kerusakan pada komponen tertentu dari produk tersebut selama penyimpanan (Srianta & Trisnawati, 2015).

Pembuatan produk serbuk dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya yaitu metode *foam mat drying*. Metode *foam mat drying* dilakukan dengan mengubah bahan menjadi cair atau bubur kemudian dibusakan dengan menambahkan bahan pembusa (Asiah & Djaeni, 2021). Metode *foam mat drying* dipilih dalam pembuatan serbuk okra hijau karena pada prosesnya tidak memerlukan waktu yang lama dan menggunakan peralatan yang sederhana. Selain itu suhu

pengeringan yang digunakan relatif rendah sehingga gizi yang terkandung dalam okra hijau dapat dipertahankan. Tahapan proses pembuatan serbuk okra hijau dengan metode *foam mat drying* dapat dilihat pada Gambar 2.





Gambar 2. Proses pengeringan metode *foam mat drying*

3. Prinsip Dasar dan Berbagai Macam Metode Pengeringan

Pengeringan merupakan salah satu metode tertua yang digunakan untuk mengawetkan bahan pangan, yaitu dengan cara menguapkan air yang terkandung dalam bahan basah menggunakan bantuan panas. Tujuannya yaitu untuk mengurangi kadar air sehingga nilai aktivitas air menurun, rendahnya nilai aktivitas air akan menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme terhambat serta mencegah adanya penurunan mutu pangan akibat potensi terjadinya reaksi kimia maupun biokimia. Hal tersebut membuat bahan pangan yang dikeringkan memiliki umur simpan yang lebih lama (Asiah & Djaeni, 2021).

Hingga saat ini, telah berkembang berbagai macam metode dan peralatan pengeringan yang dapat diaplikasikan sesuai dengan kebutuhan seperti pada petani, usaha kecil menengah maupun industri besar. Keragaman metode pengeringan tersebut tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Pemilihan metode pengeringan dapat dilihat berdasarkan karakteristik bahan yang dikeringkan, efisiensi proses pengeringan, estimasi biaya dan mutu

produk yang dihasilkan. Berikut adalah beberapa metode pengeringan bahan pangan:

a) Pengeringan Sinar Matahari

Pengeringan dengan sinar matahari memanfaatkan paparan sinar matahari langsung sebagai sumber panas. Metode ini biasanya digunakan pada berbagai macam pengeringan produk pertanian (padi, jagung, bawang, dll), hasil laut (ikan, rumput laut, *seafood*, dll) serta produk perkebunan (kopi, teh, kakao, dll). Pada prinsipnya, panas sinar matahari akan berpindah ke bahan secara radiasi dimana suhu udara pengeringan mengikuti suhu udara lingkungan sekitar. Udara yang panas akan menaikkan suhu bahan, sehingga air pada lapisan luar menguap, saat air pada lapisan luar berkurang maka air pada lapisan dalam akan berpindah ke lapisan luar dan proses pengeringan akan berlanjut hingga kadar air tertentu.

Penggunaan metode pengeringan sinar matahari dapat menghemat energi serta tidak memerlukan biaya yang tinggi, namun memerlukan lahan yang luas, waktu pengeringan lebih lama karena tergantung pada cuaca dan bahan yang dikeringkan, serta terdapat potensi tercemar mikroba karena pengeringan dilakukan di tempat terbuka (Asiah & Djaeni, 2021).

b) Pengeringan Beku (*freeze drying*)

Pengeringan beku merupakan salah satu metode pengeringan yang dapat diaplikasikan pada

berbagai macam bahan pangan seperti sayuran, buah-buahan, kacang-kacangan, daging, hingga bubur atau sup instan yang penyajiannya cukup dengan menambahkan air panas. Pada prinsipnya pengeringan beku menggunakan suhu dan tekanan yang sangat rendah sekitar 0,036 psi atau sekitar 0,0025 bar yang mengakibatkan bahan akan membeku. Selanjutnya suhu akan dinaikan secara terkontrol hingga 38 °C yang menyebabkan terjadinya proses sublimasi pada bahan yang telah membeku. Proses sublimasi menyebabkan uap air meninggalkan bahan dan bahan menjadi berongga akibat ruang kosong yang ditinggalkan oleh molekul air. Pengaplikasian metode pengeringan beku memerlukan waktu yang lama dan biaya tinggi karena menggunakan alat operasi yang mahal, namun produk yang dihasilkan bermutu baik serta dapat meningkatkan organoleptik warna dan tekstur (Asiah & Djaeni, 2021).

c) Kristalisasi

Metode kristalisasi umumnya digunakan dalam pembuatan produk minuman serbuk, yaitu dengan memanfaatkan sifat gula pasir (sukrosa) yang mencair dan membentuk kristal ketika dipanaskan. Pada prinsipnya metode kristalisasi dilakukan dengan mencairkan gula pasir terlebih dulu sebelum dicampur dengan bahan, kemudian dimasak hingga terbentuk kristal/gumpalan. Metode kristalisasi tidak dapat diaplikasikan pada bahan yang memiliki pH asam, karena pH asam akan mengakibatkan kegagalan dalam proses kristalisasi

dan produk yang dihasilkan berbentuk liat. Produk yang baik dapat diperoleh apabila pH optimum berkisar 6,7-6,8. Metode kristalisasi cocok digunakan untuk industri rumahan karena proses yang dilakukan sederhana serta tidak memerlukan alat-alat khusus, namun prosesnya memerlukan waktu yang cukup lama (Srianta & Trisnawati, 2015).

d) Pengeringan Semprot (*Spray Drying*)

Metode pengeringan semprot dilakukan dengan menggunakan alat yang bernama *spray drier*. Metode ini banyak digunakan pada industri untuk memproduksi produk serbuk instan. Prinsip kerja pengeringan semprot yaitu menyemprotkan cairan bahan melalui *atomizer* ke dalam aliran gas panas di dalam tabung. Cairan bahan tersebut akan menguap dengan cepat dan membentuk serbuk kering, kemudian serbuk akan dipisahkan dari udara yang mengangkatnya menggunakan separator atau kolektor serbuk.

Pengoptimalan metode pengeringan semprot ditentukan oleh tingkat viskositas larutan bahan (encer/kental), suhu *input* dan *output* serta kecepatan aliran bahan. Bahan tinggi gula, larutan terlalu kental serta ukuran partikel besar atau tidak seragam dapat menyebabkan mutu produk yang dihasilkan kurang baik (Srianta & Trisnawati, 2015).

Keuntungan yang didapat dengan menggunakan metode pengering semprot yaitu

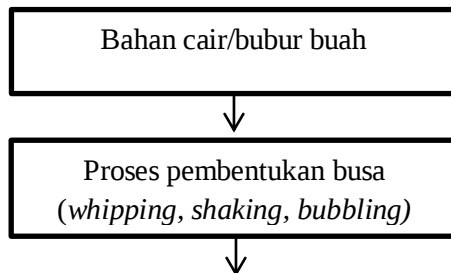
waktu pengoperasian singkat, dapat menghasilkan produk bermutu tinggi, rendahnya tingkat kerusakan zat gizi yang terkandung serta meminimalkan perubahan organoleptik. Hal ini karena metode pengeringan semprot menggunakan suhu sekitar 70-90 °C dan waktu tinggal produk (*residence time*) relatif cepat. Disamping keuntungan tersebut, penggunaan metode pengeringan semprot memerlukan biaya operasional yang tinggi sehingga kurang cocok untuk digunakan pada skala kecil atau industri rumahan, melainkan cocok digunakan pada produksi berskala besar (Srianta & Trisnawati, 2015).

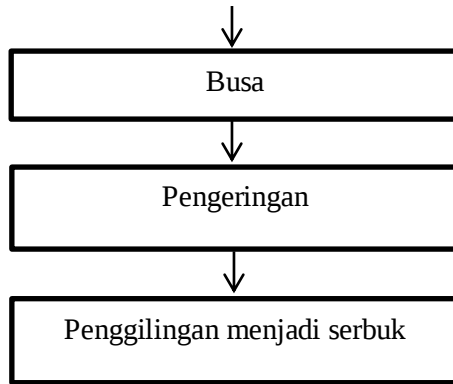
4. Metode Pengeringan Busa (*Foam Mat Drying*)

Foam mat drying pertama kali dipatenkan oleh Campbell pada tahun 1917 pada pengeringan produk susu (Zencirkiran, 2019). *Foam mat drying* merupakan metode pengeringan pada bahan yang berbentuk cair, semi-cair, atau bubur melalui teknik pembusaan dengan menambahkan bahan pembusa (Asiah *et al.*, 2012). Pengeringan dengan *foam mat drying* dilakukan pada suhu 50-80 °C untuk menghilangkan kadar air yang terkandung di dalam busa (Mujumdar & Xiao, 2019). Keberhasilan *foam mat drying* dapat ditentukan dengan melihat dua faktor yaitu sifat busa seperti ukuran gelembung, kepadatan busa (densitas), volume ekspansi dan stabilitas busa atau kondisi pengeringan seperti suhu pengeringan, waktu pengeringan, ketebalan busa dan kecepatan udara pengeringan.

Proses *whipping* atau pembentukan busa merupakan langkah yang paling penting untuk menentukan keberhasilan proses pengeringan, karena stabilitas busa berpengaruh pada laju pengeringan dan kualitas produk. Bahan pembusa yang umum digunakan yaitu Tween 80, putih telur, protein kedelai, lesitin, dan konsentrat protein susu (Mujumdar & Xiao, 2019). Penggunaan bahan pembusa bertujuan untuk memperluas permukaan, mempercepat pengeringan, meningkatkan rongga, menurunkan tegangan permukaan serta menjaga mutu bahan (Nurfadilah, 2019).

Bahan lain yang digunakan selain bahan pembusa adalah bahan penstabil busa, diantaranya yaitu metil selulosa, CMC, agar, gum arab, xanthan gum dan maltodekstrin (Mujumdar & Xiao, 2019). Penambahan bahan penstabil bertujuan untuk mempertahankan struktur berpori agar tidak runtuh dalam waktu yang lebih lama dengan cara menghambat pergerakan komponen yang berada didalamnya (Knoerzer & Muthukumarappan, 2020). Konsep dasar proses pengeringan metode *foam mat drying* dapat dilihat pada Gambar 3 (Zencirkiran, 2019).





Gambar 3. Konsep dasar *foam mat drying*

Pengaplikasian metode *foam mat drying* menggunakan peralatan yang lebih sederhana sehingga dapat menghemat waktu dan biaya (Retnaningsih & Tari, 2014). Selain itu, suhu yang digunakan relatif rendah sehingga warna, rasa, dan gizi yang terkandung dapat dipertahankan (Mulyani *et al.*, 2014), namun metode *foam mat drying* memiliki kapasitas pengeringan yang kecil. Metode ini cocok digunakan pada bahan yang cenderung tidak tahan panas, senyawa nutrisi dan kandungannya sensitif, mudah rusak dan mudah terhidrolisis (Asiah *et al.*, 2012). Metode *foam mat drying* telah berhasil diaplikasikan dalam mengeringkan berbagai macam produk, seperti: susu kedelai bubuk (Purbasari, 2019); minuman instan dari kulit buah naga (Adhayanti & Ahmad, 2020); kaldu jamur tiram (Abidin *et al.*, 2019); pengeringan sari mengkudu (Nusa, 2019); dan produksi bubuk kakao (Benkovi *et al.*, 2019).

a) Bahan pembusa

Putih telur merupakan bagian dari telur yang memiliki persentase lebih banyak daripada kerabang dan kuning telur yaitu sekitar 58-60% dari berat keseluruhan dengan komposisi penyusun terbesar yaitu air (Agustina *et al.*, 2013). Putih telur terbentuk atas empat lapisan, diantaranya yaitu lapisan encer luar (23,2%); lapisan kental luar (57,3%); lapisan encer dalam (16,8%); dan lapisan kental dalam (2,7%) (Puspitasari, 2006). Putih telur ayam dipilih dan digunakan sebagai bahan pembusa karena sifatnya yang alami serta memiliki kandungan protein paling banyak dibandingkan dengan telur lainnya (telur bebek, penyu, puyuh, dll). Putih telur ayam memiliki kemampuan yang sangat baik untuk mengikat udara sehingga busa yang terbentuk lebih kuat. Telur mengandung lima macam protein yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Macam-macam protein dalam telur

Jenis protein	Jumlah (%)
Ovalbumin	54
Konalbumin	14
Ovomukoid	12
Globulin	7
Ovomukin	2

Sumber: (Srianta & Trisnawati, 2015)

Mekanisme pembentukan busa yaitu ketika putih telur dikocok, maka protein albumin di dalamnya akan mengalami denaturasi yaitu proses pemecahan molekul yang mengakibatkan rantai

protein lebih panjang dan terbuka, hal ini menyebabkan udara terperangkap masuk sehingga busa terbentuk (Muliyati & Utami, 2020). Busa yang terbentuk berfungsi untuk mempercepat proses pengeringan karena busa dapat meningkatkan luas permukaan dan memberikan struktur berpori yang mengakibatkan kecepatan pengeringan meningkat (Mulyoharjo, 2022). Semakin lama proses pengocokan maka semakin banyak udara yang terperangkap sehingga busa yang terbentuk semakin banyak dan kuat (Muliyati & Utami, 2020). Menurut Srianta & Trisnawati (2015). Pembentukan busa dengan putih telur terbagi menjadi empat tingkatan, yaitu:

1. *Foamy stage*

Pada tingkatan *foamy stage*, busa putih telur terbentuk apabila pengocokan dilakukan secara perlahan. Proses ini menyebabkan putih telur terdenaturasi dimana udara mulai masuk namun putih telur tetap dalam bentuk cair yang berbusa. Busa yang dihasilkan pada tahap ini sangat tidak stabil dan mudah runtuh.

2. *Soft peak stage*

Soft peak stage merupakan tingkatan lanjutan dari tahap *foamy stage* yang dikocok lebih lanjut, tahap ini menghasilkan peningkatan jumlah gas yang terperangkap serta warna busa yang menjadi putih buram dan basah. Pada tahap ini protein belum sepenuhnya terdenaturasi, sehingga menyebabkan

gelembung yang terbentuk masih relatif besar dan busa tidak stabil.

3. *Stiff peak stage*

Stiff peak stage merupakan tingkatan selanjutnya setelah *soft peak stage*. Pada tingkatan ini busa yang terbentuk semakin kukuh dan kaku saat alat pengocok dikeluarkan atau ditarik. Busa yang dihasilkan mencapai volume dan kestabilan yang maksimum.

4. *Dry stage*

Stabilitas busa pada tingkatan *dry stage* akan menurun sehingga busa mudah pecah saat dicampur dengan bahan lain. putih telur akan mengalami kenaikan volume sekitar 6-8 kali saat dibusakan.

Menurut Rahmawati *et al* (2020) pada Pembuatan Minuman Serbuk Ekstrak Mawar Merah dengan Metode *Foam Mat Drying*, penambahan putih telur 10% yang dicampur dengan gula pasir menghasilkan kadar air 1,75%; pH 4,48; antosianin 68,66 mg/L; dan antioksidan 68,69%. Menurut Nisa (2021) pada penelitian Pembuatan *Fruitghurt* Buah Naga Merah dengan Metode *Foam Mat Drying*, penambahan putih telur 15% memberikan hasil terbaik yaitu pada parameter kadar air 13,29% dan bakteri asam laktat 7,06 cfu/mL. Menurut Abidin *et al.*, (2019) pada Pembuatan Bubuk Kaldu Jamur Tiram, diketahui perlakuan terbaik terdapat pada penambahan konsentrasi putih telur 20% yaitu memiliki karakteristik densitas busa 0,20 g/mL;

kadar air 6,58%; daya larut 94,41%; warna L* (*lightness*) 76,9; a* (*redness*) 9,35; b* (*yellowness*) 18,44; dan rendemen 29,10%. Kandungan gizi telur ayam ras dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan gizi telur ayam ras

Kandungan gizi	Berat
Energi	154 kkal
Karbohidrat	0,7 gr
Protein	12,4 gr
Lemak	10,8 gr
Kalsium	86 mg
Fosfor	258 mg
Besi	3,0 mg
Natrium	142 mg
Air	74,3 gr
Riboflavin	0,38 mg

Sumber : TKPI 2018

b) Bahan penstabil

Busa yang terbentuk pada metode *foam mat drying* dapat distabilkan oleh bahan penstabil atau pengikat busa yang berfungsi untuk mencegah keruntuhan pada busa selama proses pengeringan. Bahan penstabil yang umum digunakan yaitu gliserol monostearat, gum arab, xanthan gum, CMC, dekstrin, dan pektin (Zencirkiran, 2019). Maltodekstrin merupakan golongan karbohidrat modifikasi pati dari hasil hidrolisis secara kimia maupun enzimatis dengan *dextrose equivalent* (Rebut & Kumalasari, 2004). Maltodekstrin mengandung kalori rendah yaitu 1 kkal/gram sehingga apabila ditambahkan kedalam bahan makanan maka rasa dan aromanya tidak akan

terganggu. Komposisi maltodekstrin dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Komposisi maltodekstrin

Parameter	Spesifikasi
Penampilan fisik	Bubuk putih
Kadar air	5%
DE (<i>dextrose equivalent</i>)	4 to 2
Berat jenis	0,3 to 0,5 g/ml
Total abu	0,1 to 0,2% max
pH	4-7
Keasaman	1,2 to 1,5%
Ambang batas mikrobiologi	
Total mikroba	10.000 cfu/g
<i>Salmonella</i>	0 cfu/g
<i>Eschericia coli</i>	cfu/g

Maltodekstrin baik digunakan untuk produk yang sulit kering. Penambahan maltodekstrin dapat berfungsi sebagai pembentuk lapisan tipis yang akan meningkatkan laju proses pengeringan. Keberadaan lapisan tipis diantara material yang dikeringkan dapat meminimalkan terjadinya proses degradasi termal komponen aktif dalam bahan. Maltodekstrin juga dinyatakan sebagai *filler* atau bahan pengisi dan berperan dalam meningkatkan volume dari bahan yang dikeringkan (Khotimah, 2006). Maltodekstrin memiliki sifat mudah larut dalam air, tingkat kekentalan rendah dibanding pati serat, dan memiliki struktur spiral heliks yang dapat menekan kehilangan komponen volatil selama proses pengolahan (Retnaningsih & Tari, 2014), selain itu maltodekstrin juga dapat mengalami dispersi yang cepat, mampu membentuk film, memiliki sifat

higroskopis dan *browning* yang rendah, mampu menghambat terjadinya kristalisasi serta memiliki daya ikat yang kuat (Purbasari, 2019).

Hasil penelitian Pengaruh Penambahan Putih Telur dan Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Bubuk Kaldu Jamur Tiram, diperoleh perlakuan terbaik pada konsentrasi maltodekstrin 10%, menghasilkan densitas busa 0,20 g/mL; kadar air 6,58%; daya larut 94,41%; warna L* (*lightness*) 76,9; a* (*redness*) 9,35; b* (*yellowness*) 18,44; dan rendemen 29,10% (Abidin *et al.*, 2019). Menurut Ariska & Utomo (2020) pada penelitian Kualitas Minuman Serbuk Instan Sereh dengan Metode *Foam Mat Drying*, diperoleh hasil terbaik pada penambahan maltodekstrin 15% dengan karakteristik kadar air 4,73%; antioksidan 2,29 mg/g; dan total padatan terlarut 13,5 brix. Menurut Widyasanti *et al.*, (2018) pada penelitian Pengaruh Penambahan Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Fisikokimia Bubuk Tomat Hasil Pengeringan Pembusaan, penambahan maltodekstrin 20% menghasilkan nilai rendemen 15,29% dan kelarutan 95,24%.

c) Sifat busa

Metode *foam mat drying* telah banyak diaplikasikan pada beberapa pembuatan produk serbuk. Pada prosesnya, kecepatan pengeringan dengan metode *foam mat drying* bergantung pada kualitas busa yang dihasilkan setelah pengocokan. Kualitas busa dapat diketahui dengan melihat sifat-sifat busa seperti stabilitas

busa, densitas busa, volume ekspansi, dan fraksi volume udara (Susanti *et al.*, 2021).

Stabilitas busa merupakan kemampuan bahan pembusa untuk mempertahankan kekuatan busa yang dihasilkan. Stabilitas busa dapat diketahui dengan mengukur volume drainase (Dehghannya *et al.*, 2018) yaitu melihat daya pertahanan volume atau kecepatan keruntuhan busa yang diukur pada interval waktu tertentu. Hal ini dapat diketahui dengan melihat adanya penurunan volume busa awal (setelah dikocok sampai tingkat *stiff peak* (Srianta & Trisnawati, 2015). Stabilitas busa akan meningkat seiring dengan menurunnya volume drainase. Stabilitas busa pada pengeringan *foam mat drying* harus dipertahankan untuk memperoleh hasil yang diinginkan dan waktu pengeringan yang lebih efisien (Franco *et al.*, 2016).

Menurut Dehghannya *et al.*, (2018) keruntuhan pada struktur busa terjadi akibat perubahan ukuran gelembung karena infiltrasi udara yang bertekanan tinggi didalamnya, kemudian gelembung-gelembung tersebut akan pecah karena adanya aktivitas dorongan dan saling menarik antar gelembung. Gelembung yang pecah akan menyebabkan terjadinya drainase dan air yang berada disekitar gelembung akan mengalir ke bawah lapisan cairan. Busa yang mudah runtuh dan tidak stabil dapat memperpanjang waktu pengeringan, sehingga menurunkan kualitas produk yang akan

dihasilkan. Busa dikatakan stabil apabila dapat bertahan lebih dari satu jam selama proses pengeringan. Stabilitas busa dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

1. Temperatur/suhu

Pengocokan akan lebih mudah dilakukan pada putih telur yang memiliki suhu ruang dan tegangan permukaan rendah dibandingkan dengan putih telur dalam keadaan dingin. Hal ini dikarenakan tegangan permukaan yang rendah menyebabkan gas mudah terdispersi, sehingga stabilitas busa cukup baik.

2. Keasaman

Putih telur yang ditambah substansi lain yang bersifat asam seperti lemon, *cream of tartar* dan cuka saat proses pengocokan, maka akan menghasilkan stabilitas busa yang cukup baik karena dapat membantu koagulasi protein putih telur. Pengocokan busa dengan penambahan asam memerlukan waktu yang lebih lama namun menghasilkan stabilitas busa yang cukup stabil selama proses pemanasan.

3. Gula

Sifat higroskopis pada gula mampu mengikat cairan yang ada di sekitar sistem busa dan menurunkan tekanan uap sehingga kestabilan busa dapat meningkat. Namun, karena sifat higroskopisnya tersebut waktu pengocokan dapat meningkat dan busa

terbentuknya busa tertunda karena gula yang higroskopis dapat mengikat cairan yang diperlukan saat proses pembentukan tersebut.

4. Tekanan udara

Tekanan udara yang terdapat pada permukaan busa dapat menyebabkan busa tidak stabil karena kestabilan busa bergantung pada ketebalan dan kekuatan lamela. Stabilitas busa dapat ditingkatkan dengan menambahkan bahan penstabil untuk meningkatkan kekuatan lamela (lapisan pada gelembung busa).

Densitas busa merupakan kepadatan busa yang dihasilkan setelah proses pengocokan. Densitas busa dapat diketahui dengan menghitung masa dan volume (g/cm^3) yaitu dengan membandingkan volume dan berat *slurry* berbusa (Srianta & Trisnawati, 2015). Densitas busa dapat berpengaruh pada stabilitas busa dan efisiensi waktu pengeringan, sehingga busa dengan tingkat densitas yang rendah akan lebih stabil dan mudah dikeringkan (Dehghannya *et al.*, 2018). Densitas busa pada pengeringan *foam mat drying* berkisar $0,3\text{-}0,6 \text{ g/cm}^3$ (Asokapandian *et al.*, 2015).

Fraksi udara digambarkan sebagai udara yang terperangkap di dalam sistem busa (Susanti *et al.*, 2021). Pada fraksi udara yang lebih tinggi, gelembung udara akan lebih kecil, sehingga memperlihatkan area permukaan yang lebih besar

ke udara. Busa dengan fraksi udara yang lebih tinggi akan lebih stabil (Dehghannya *et al.*, 2018). Semakin tinggi jumlah gas/udara yang terperangkap dalam busa, maka nilai densitas busa akan semakin menurun sehingga menjadikan busa lebih stabil (Susanti *et al.*, 2021). Porositas partikel bahan juga berpengaruh pada kelarutan suatu produk serbuk, karena apabila bahan semakin berpori maka produk akan semakin cepat larut (Nisa, 2021).

Volume ekspansi merupakan peningkatan volume awal bahan akibat udara yang terperangkap dalam sistem busa saat proses pengocokan. Bahan pembusa yang meningkat akan meningkatkan konsentrasi ekspansi pada busa. Volume ekspansi busa berhubungan langsung dengan fraksi udara dalam sistem busa, saat fraksi udara meningkat maka volume ekspansi busa juga akan mengalami peningkatan (Dehghannya *et al.*, 2018). Ekspansi volume pada busa akan berbeda-beda tergantung pada kondisi proses pengolahan (Srianta & Trisnawati, 2015).

5. Karakteristik Serbuk

Karakteristik disebut juga sebagai sifat yang dimiliki oleh suatu bahan yang dapat diamati dan diukur. Mengetahui karakteristik pada suatu bahan berguna pada proses pengolahan maupun penanganan lebih lanjut. Produk serbuk memiliki beberapa karakteristik fisik seperti rendemen, kelarutan, warna, kadar air, dan kadar abu.

a) Rendemen

Rendemen merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui jumlah (kg/L) atau hasil akhir dari tahapan suatu produk yang dibandingkan dengan jumlah bahan awal. Rendemen umumnya disajikan dalam bentuk persen (% b/b; % b/v; atau % v/b). nilai rendemen pada suatu produk dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu kualitas bahan, proses dan alat yang digunakan saat produksi (Rohadi, 2009).

b) Kelarutan

Kualitas produk pangan serbuk yang baik dapat diketahui dengan melihat beberapa kriteria, yaitu bersifat hidrofilik sehingga mudah larut (akan sangat baik jika dapat dilarutkan dengan air dingin dalam waktu 1-2 menit), mudah terdispersi secara merata dan tidak terjadi sedimen, serta tidak membentuk lapisan film yang non-permeabel saat dilarutkan, yang mana dapat menghambat proses pelarutan (Srianta & Trisnawati, 2015).

c) Warna

Warna merupakan salah satu parameter penting untuk menilai kualitas dan daya tarik suatu produk, terutama bagi produk yang mengalami proses pengeringan. Selama proses pengeringan berlangsung, suhu yang tinggi akan menyebabkan terjadinya pencoklatan pada bahan yang dikeringkan. Warna atau kecerahan yang dihasilkan bergantung pada kandungan dan jenis pigmen bahan, kadar air, serta kelembaban permukaan. Pada metode *foam mat drying*,

semakin tebal busa maka nilai L^* , a^* dan b^* semakin menurun, hal ini dikarenakan semakin tebal busa maka proses pengeringan akan semakin lama (Dehghannya *et al.*, 2018).

d) Kadar air

Analisis kadar air merupakan analisis yang digunakan untuk menentukan jumlah air yang terkandung dalam bahan pangan. Kadar air berguna untuk menentukan kualitas dan ketahanan pangan suatu bahan. Semakin tinggi kadar air dalam suatu bahan maka kemungkinan kerusakan yang terjadi akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena air yang terkandung dapat digunakan sebagai media untuk menunjang kehidupan mikroorganisme maupun reaksi-reaksi fisikokimia. Kurangnya ketersediaan air akan menghambat terjadinya reaksi-reaksi fisikokimia dan pertumbuhan mikroorganisme, sehingga bahan pangan akan memiliki umur simpan yang lebih lama (Daud *et al.*, 2019). Kadar air pada produk minuman serbuk menurut SNI 01-4320-1996 adalah 3-5%. Kadar air dalam bahan pangan dapat dianalisis dengan metode oven maupun metode destilasi (Sudarmadji *et al.*, 2010).

e) Kadar abu

Analisis kadar abu merupakan analisis yang digunakan untuk menentukan jumlah mineral total yang terkandung dalam bahan pangan (Rohman & Sumantri, 2013). Kadar abu pada produk minuman serbuk menurut SNI 01-4320-1996 adalah maksimal 1,5%. Semakin tinggi kadar

abu yang terkandung maka kualitas dari suatu bahan akan semakin kurang baik (Pangestuti & Darmawan, 2021). Kadar abu dalam bahan pangan dapat dianalisis dengan dua metode, yaitu cara kering dan cara basah (Sudarmadji *et al.*, 2010).

- f) Standar Nasional Indonesia (SNI) minuman serbuk
- Menurut Badan Standarisasi Nasional (BSN) produk makanan dan minuman memiliki beberapa kriteria yang harus dipenuhi untuk menjaga kualitas dan keamanan bahan pangan. Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk minuman serbuk tradisional dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. SNI minuman serbuk

Kriteria uji	Syarat
Keadaan	
Warna	Normal
Bau	Normal
Rasa	Normal
Kadar air	Maks. 3,0 %
Kadar abu	Maks. 1,5 %
Jumlah gula (sukrosa)	Maks. 85,0 %
Bahan tambahan pangan (BTP)	
Pemanis buatan (sakarín/siklamat)	Tidak boleh ada
Pewarna tambahan	Sesuai SNI 01-0222-1995
Cemaran logam	
Timbal (Pb)	Maks. 0,2 mg/kg
Tembaga (Cu)	Maks. 2,0 mg/kg
Seng (Zn)	Maks. 50 mg/kg
Timah (Sn)	Maks. 40,0 mg/kg
Cemaran mikroba	
Angka lempeng total	3×10^3 koloni/gr
Koliform	<3 APM/gr

Sumber: (SNI 01-4320-1996 Serbuk)

6. Pangan Fungsional

a) Definisi dan sejarah pangan fungsional

Pangan fungsional diperkenalkan pertama kali oleh Jepang pada tahun 1984 dengan istilah FOSHU (*Food For Special Dietary Uses*) atau makanan yang dikhususkan untuk diet tertentu. Hal ini didasari oleh banyaknya populasi manusia (orang tua dan lansia) yang berpotensi mengalami peningkatan penyakit kronis dan degeneratif seperti diabetes, jantung, hipertensi, kanker dan osteoporosis. Menurut *European Union* (2010) pangan fungsional diartikan sebagai bahan pangan yang memiliki manfaat dan berpengaruh pada fungsi-fungsi tubuh serta dapat meningkatkan kesejahteraan dan menurunkan risiko penyakit.

The First International Conference on East-West Perspective on Functional Foods tahun 1996, mendefinisikan pangan fungsional sebagai manfaat yang diberikan oleh bahan pangan yang memiliki senyawa bioaktif selain dari zat gizi yang dikandungnya. Senyawa bioaktif terbagi menjadi dua golongan, diantaranya yaitu golongan zat gizi dan golongan non-zat gizi. Contoh dari senyawa golongan zat gizi yaitu protein, asam lemak, vitamin dan mineral, sedangkan contoh senyawa bioaktif golongan non zat gizi yaitu serat pangan, senyawa fenol, dan antioksidan (Astawan, 2011).

Istilah lain yang sebelumnya digunakan untuk menyebut pangan fungsional diantaranya yaitu *health food*, *pharmafoods*, *designer food*, *nutraceutical food*, *therapeutic food*, *vitafood*, dan

lainnya. Kriteria pada makanan fungsional yang berhubungan dengan dasar ilmiah, klaim kesehatan, keamanan konsumsi dan bentuk penyajian harus berbeda dengan produk obat-obatan. FDA (*Food and Drug Administration*) telah menjelaskan bahwa pangan yang pelabelannya disetujui harus memiliki pengaruh yang positif apabila dikonsumsi dalam jumlah tertentu, baik kandungan gizi yang positif untuk risiko penyakit ataupun zat gizi yang dikhawatirkan (FDA, 2007).

b) Kriteria pangan fungsional

Menurut Handito *et al* (2019) pangan fungsional dan obat-obatan merupakan dua hal berbeda. Obat-obatan bersifat penyembuhan (*treatment*) dan efek yang ditimbulkan relatif cepat, sedangkan pangan fungsional lebih bersifat mengurangi risiko dan efek yang ditimbulkan akan terasa di masa mendatang. Perbedaan lain dari obat-obatan dan pangan fungsional yaitu jika obat-obatan hanya diberikan kepada individu atau kelompok tertentu (orang dengan penyakit tertentu), maka pangan fungsional memiliki cakupan konsumen yang lebih luas.

Makanan fungsional makin dikenal oleh masyarakat dalam kehidupan modern seperti sekarang ini. Bahan pangan dikatakan sebagai pangan fungsional apabila telah memenuhi beberapa syarat, yaitu berupa bahan pangan pada umumnya dan dapat dikonsumsi sebagai makanan sehari-hari atau menu diet, serta memiliki fungsi-fungsi fisiologis yang bermanfaat bagi tubuh. Fungsi-fungsi

fisiologis tersebut diantaranya seperti meningkatkan sistem imun, mencegah timbulnya penyakit degeneratif atau masalah kesehatan lainnya, membantu proses pemulihan pasca sakit, dan menjaga kondisi fisik tubuh (Widyaningsih *et al.*, 2017).

c) Jenis-jenis pangan fungsional

Pangan fungsional merupakan makanan atau bahan pangan yang berpotensi memberikan manfaat bagi kesehatan. Pangan fungsional dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu berdasarkan sumber bahan pangan dan berdasarkan cara pengolahannya (Widyaningsih *et al.*, 2017).

- 1) Berdasarkan sumber bahan pangan. *Pertama*, pangan fungsional sumber nabati yaitu pangan fungsional yang bersumber dari tumbuhan. Contoh: cincau, kedelai, bawang, dan lainnya. *Kedua*, pangan fungsional sumber hewani, yaitu pangan fungsional yang bersumber dari hewan. Contoh: minyak ikan, susu fermentasi, dan olahan hewani lainnya.
- 2) Berdasarkan cara pengolahan
 - a) Pangan fungsional alami, berasal dari bahan pangan yang memerlukan proses pengolahan terlebih dahulu. Contoh: buah-buahan serta sayuran yang dapat langsung dikonsumsi.
 - b) Pangan fungsional tradisional, berasal dari bahan pangan yang melalui proses pengolahan secara tradisional sesuai

dengan resep yang telah diwariskan.
Contoh: tempe, jamu dan lainnya.

- c) Pangan fungsional modern, berasal dari bahan pangan mengalami proses pengolahan khusus yaitu dengan menambahkan resep maupun formula baru serta ditunjukkan untuk kelompok dan tujuan tertentu. contoh: minuman ibu hamil, minuman untuk penderita diabetes dan lainnya.

d) Regulasi pangan fungsional

Regulasi pangan fungsional di indonesia mengacu pada Peraturan Kepala BPOM Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan yang telah disesuaikan dengan perkembangan ilmu dan pengetahuan di bidang pangan olahan. Peraturan tersebut berisi tentang pengawasan klaim pada label dan iklan pangan olahan, mengatur tentang klaim gizi, klaim kesehatan dan klaim selain gizi dan kesehatan.

Klaim diartikan sebagai penjelasan atau uraian yang menyatakan, menyarankan, atau secara tidak langsung memberikan pernyataan terkait karakteristik tertentu dari suatu bahan pangan yang berhubungan dengan, kandungan gizi, sifat, produksi, pengolahan, komposisi, maupun faktor lainnya. Klaim terbagi menjadi tiga kelompok, yaitu klaim gizi, klaim kesehatan dan klaim lainnya (BPOM, 2022). Masing-masing klaim beserta contohnya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Jenis klaim dan contohnya

Jenis klaim	Contoh
Klaim gizi	1. Klaim kandungan gizi. Contoh: sumber vitamin C, kaya serat, rendah lemak, dll. 2. Klaim perbandingan zat gizi. Terdapat pada produk yang sama namun berbeda pada komposisi. Contoh: produk susu dengan klaim kalsium lebih tinggi dan produk susu dengan klaim lemak lebih rendah, dll.
Klaim kesehatan	1. Klaim fungsi zat gizi. Contoh: vitamin D membantu penyerapan kalsium 2. Klaim fungsi lain. Contoh: serat pangan dapat membantu memperlancar BAB
Klaim lainnya	Contoh: klaim kandungan isotonik, klaim tanpa penambahan gula, klaim bebas laktosa, dll.

Kemampuan negara untuk memberikan pangan yang aman bagi masyarakat tidak lepas dari adanya komitmen bersama antara pemerintah, pelaku industri, dan konsumen, yang disertai dengan pembagian tanggung jawab dari semua pihak di dalamnya. Oleh karena itu, agar keamanan pangan terjamin maka pemerintah menyusun dasar hukum pengaturan pangan berklaim atau pangan fungsional di Indonesia, sebagai berikut :

- 1) UU No. 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan
“Setiap orang dan/atau badan hukum yang memproduksi dan mempromosikan produk makanan dan minuman dan/atau yang diperlakukan sebagai makanan dan minuman hasil olahan teknologi dilarang menggunakan kata-kata yang mengecoh dan/atau yang disertai klaim yang tidak dapat dibuktikan kebenarannya”.
- 2) UU No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan
“Setiap label pangan yang dapat diperdagangkan wajib memuat keterangan mengenai pangan dengan benar dan tidak menyesatkan. Setiap orang dilarang memberikan keterangan atau pernyataan yang tidak benar dan/atau menyesatkan pada label”.
- 3) PP NO. 69 tahun 1999 tentang label dan iklan pangan pasal 6
“Pencantuman pernyataan tentang manfaat pangan bagi kesehatan dalam label hanya dapat dilakukan apabila didukung oleh fakta ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan”

- 4) Peraturan kepala BPOM Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pengawasan Klaim Pada Label dan Iklan Pangan Olahan

7. Serat Pangan

a) Definisi Serat Pangan

Serat merupakan komponen berupa polimer karbohidrat dengan jumlah monomer sepuluh atau lebih yang terdapat pada dinding sel tumbuhan dan tidak dapat dicerna oleh enzim di usus halus manusia (Kendall *et al.*, 2010). Istilah ini pertama kali dikemukakan oleh Hipsley pada tahun 1953 pada penelitiannya, yang menyebutkan bahwa wanita hamil dianjurkan diet serat pangan untuk menghindari toksemia (gangguan saat kehamilan).

Kemudian pada tahun 1970-an definisi serat pangan mulai mengalami perkembangan, yaitu suatu zat dari tumbuhan (dinding sel tumbuhan) berupa selulosa, hemiselulosa, pektin, dan lignin serta polisakarida intraseluler (gum dan musilage) yang tidak bisa dicerna oleh enzim dalam sistem pencernaan tubuh manusia (Slavin, 2013). Menurut *The American Association of Cereal Chemist* (AACC), serat pangan merupakan bagian tumbuhan yang dapat dikonsumsi atau karbohidrat analog yang resisten terhadap pencernaan dan absorpsi pada usus halus dan difermentasi dalam usus besar. Serat pangan tersebut terdiri dari pati, polisakarida, oligosakarida, lignin dan lainnya (AACC, 2000).

Serat pangan memiliki bentuk molekul polimer berukuran besar, struktur kompleks, mengandung banyak gugus hidroksil serta kapasitas

pengikat air yang besar. Serat disebut sebagai karbohidrat kompleks yang terbagi menjadi dua jenis, yaitu serat pangan (*dietary fiber*) dan serat kasar (*crude fiber*). Serat pangan tidak dapat dihidrolisis oleh enzim pada saluran pencernaan, sedangkan serat kasar tidak dapat dihidrolisis kembali oleh H_2SO_4 12,5% (larutan asam sulfat) maupun NaOH 12,50% (larutan natrium hidroksida) pada analisis zat gizi makanan (Maryoto, 2019).

b) Klasifikasi dan Sumber Serat

Serat pangan merupakan salah satu jenis karbohidrat yang berasal dari tumbuhan dan tidak dapat dicerna oleh tubuh. Berdasarkan karakteristik dan pengaruhnya terhadap tubuh serat pangan dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu serat pangan larut air (*soluble dietary fiber*) dan serat pangan tidak larut air (*insoluble dietary fiber*). Serat larut air dapat membantu mengurangi kemungkinan sembelit, yang mana terdiri dari pektin, musilage (getah), gum, karagenan, alginat, dan agar-agar. Serat ini banyak ditemukan pada buah-buahan, sayur-sayuran, sereal, akasia, dan rumput laut, sedangkan serat yang tidak larut air dapat mendorong produksi bakteri usus yang penting, dan terbagi menjadi tiga macam yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Jenis serat ini banyak terdapat dalam sayur-sayuran, buah-buahan, dan kacang-kacangan (Winarti, 2010). Klasifikasi serat dan sumbernya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Klasifikasi serat pangan berdasarkan sifat kelarutannya

Sifat	Jenis serat	Karakteristik	Sumber
Serat larut air (<i>soluble dietary fiber</i>)	Pektin	Kaya akan galakturonat, ramnosa, arabinosa, dan galaktosa	Leguminosa, sayuran, buah, bit
	Gum	Komponen utama berupa heksosa dan pentosa	Gum arab, agar, alginat, kacang lokus
	Musilage	Disintesis oleh sel tanaman, mengandung glikoprotein	Bahan tambahan pangan
Serat tidak larut dalam air (<i>insoluble dietary fiber</i>)	Selulosa	Stuktur utama dinding sel, monomer glukosa	Terdapat pada semua tumbuhan
	Hemiselulosa	Komponen dari dinding sel primer dan sekunder	Sayuran, buah, sereal
	Lignin	Terdiri dari alkohol aromatik	Gandum, sayuran, dll

Sumber: (Sunarti, 2017)

c) Manfaat Serat Pangan Bagi Kesehatan

Schneeman (1986) mengatakan bahwa serat pangan yang dikonsumsi dapat menimbulkan reaksi fisiologis tergantung dari sifat-sifat dan sumber dari serat tersebut. Reaksi-reaksi tersebut ialah menurunkan kadar kolesterol dalam darah, menambah massa feses serta menurunkan respon organik glikemik dari makanan. Berikut ini manfaat serat pangan bagi kesehatan (Santoso, 2011):

1) Kanker kolon

Terjadinya kanker usus diakibatkan oleh adanya interaksi atau kontak antara sel-sel mukosa usus besar dengan zat karsinogen konsentrasi tinggi dan dalam jangka waktu lama. Kontak yang terjadi antara sel-sel mukosa dengan senyawa karsinogen ini dapat mengubah sel-sel usus menjadi sel kanker. Kurangnya konsumsi serat akan mengakibatkan pembentukan feses dalam usus berukuran kecil dan keras, yang mengakibatkan transit makanan menjadi lebih lama, sehingga terjadi kontak antara keduanya dan menyebabkan terbentuknya sel kanker.

Adanya serat makanan dalam usus besar dapat menyebabkan feses banyak menyerap air sehingga konsistensinya menjadi lunak, bervolume, serta dapat mempercepat kontraksi usus agar lebih proses defekasi lebih cepat, dengan demikian kontak antara zat karsinogenik konsentrasi rendah dengan usus

terjadi dalam waktu singkat sehingga sel kanker tidak memungkinkan terbentuk.

2) Kontrol gula darah dan diabetes

Serat yang tinggi bermanfaat untuk memperbaiki kadar gula darah dalam tubuh karena serat berhubungan dengan tingkat kecepatan penyerapan makanan (karbohidrat) yang masuk ke dalam aliran darah dan dikenal dengan istilah *glycaemic index* atau indeks glikemik (IG). Makanan dengan indeks glikemik tinggi dapat meningkatkan kadar gula darah dalam tubuh karena makanan cepat dirombak dan mudah diserap masuk ke dalam aliran darah, sedangkan makanan dengan IG rendah dapat menurunkan kadar gula darah karena makanan dengan IG rendah lambat dirombak dan diserap masuk ke dalam aliran darah.

3) Kolesterol dan kardiovaskular

Resiko jantung koroner dapat dikurangi dengan melakukan diet serat larut guna menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Serat mampu mencegah penyerapan lemak dalam usus, sehingga membantu mengurangi kadar kolesterol dalam darah. Hal ini karena serat dapat mengikat garam empedu (produk akhir kolesterol) dalam saluran pencernaan dan akan dikeluarkan bersama dengan feses. Apabila kadar kolesterol rendah maka dapat mengurangi kemungkinan terjadinya penyumbatan pembuluh darah jantung.

8. Vitamin C

a) Definisi Vitamin C

Vitamin C atau asam askorbat merupakan golongan vitamin larut air. Istilah vitamin C diketahui bermula sejak adanya penyakit *scurvy* yang diderita oleh para pelaut yang sedang berlayar dalam waktu yang lama dan hanya mengkonsumsi makanan kering. Penyakit *scurvy* ini mengakibatkan rasa lelah berkepanjangan, pucat, pendarahan pada gusi, edema, pendarahan dibawah kulit hingga kematian. Selanjutnya, dokter bernama Lind dari Skotlandia pada tahun 1750 menemukan cara untuk mencegah dan mengobati *scurvy* yaitu dengan mengkonsumsi buah jeruk. Kemudian pada tahun 1932 Albert Szent-Györgyi dan C. Glenn King berhasil mengisolasi zat antiskorbut dari jaringan adrenal, jeruk, dan kol dan pada akhirnya pada tahun 1933 zat ini berhasil disintesis oleh Haworth dan Hirst sebagai asam askorbat (Almatsier, 2009).

Vitamin C dapat disintesis dari D-glukosa dan D-galaktosa dalam tumbuh-tumbuhan dan hewan. Vitamin C diketahui memiliki dua bentuk di alam, yaitu bentuk tereduksi (L-asam askorbat) dan bentuk teroksidasi (L-dehidroaskorbat). Vitamin C berbentuk kristal putih mudah larut dalam air, dan memiliki titik lebur 190 °C . Vitamin C stabil dalam keadaan kering, namun mudah rusak atau teroksidasi pada suhu tinggi. Vitamin C lebih stabil dalam larutan asam dibanding dengan larutan alkali (Almatsier, 2009).

Vitamin C sebagian besar bersumber dari sayur dan buah-buahan segar (Cakrawati & Mustika, 2011).

b) Manfaat Vitamin C bagi Kesehatan

Vitamin C merupakan senyawa yang penting karena bermanfaat dalam berbagai hal. Menurut Duerbeck *et al.*, (2016) vitamin C dapat digunakan untuk mengatasi flu biasa, mengurangi kejadian kelahiran prematur, preeklamsia pada ibu hamil, menurunkan risiko penyakit kardiovaskuler serta menghambat terjadinya demensia. Asam askorbat mampu mereduksi dan bertindak sebagai antioksidan dalam reaksi-reaksi hidroksi untuk menangkal radikal bebas. Dalam industri pangan, vitamin C berfungsi untuk mencegah terjadinya ketengikan, perubahan warna (*browning*), serta pengawet pada daging (Almatsier, 2009). Vitamin C dapat mengatasi kolagen yang terdegenerasi, karena vitamin C dibutuhkan untuk proses pembentukan kolagen. Vitamin C berperan untuk menjaga kekebalan tubuh terhadap infeksi dan khususnya yang berhubungan dengan sel darah putih. Vitamin C juga dapat membantu mencegah anemia karena berperan dalam proses penyerapan zat besi non-organik. (Winarti, 2010).

9. Angka Kecukupan Gizi Serat Dan Vitamin C yang dianjurkan

Angka Kecukupan Gizi (AKG) merupakan nilai yang menunjukkan kebutuhan rata-rata zat gizi tertentu yang harus dipenuhi oleh tiap individu. AKG dibuat sebagai acuan untuk menilai atau merencanakan konsumsi pangan sesuai kelompok umur. Kebutuhan gizi berbeda-beda pada setiap individu, hal ini tergantung pada berbagai faktor seperti jenis kelamin, usia, tingkat aktivitas fisik serta kondisi fisiologis (Kamaruddin *et al.*, 2022). Pemerintah telah menetapkan rata-rata AKG yang mana termuat dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 28 tahun 2019 tentang angka kecukupan gizi yang dianjurkan untuk masyarakat Indonesia. AKG serat dan vitamin C yang dianjurkan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. AKG serat dan vitamin C (orang/hari)

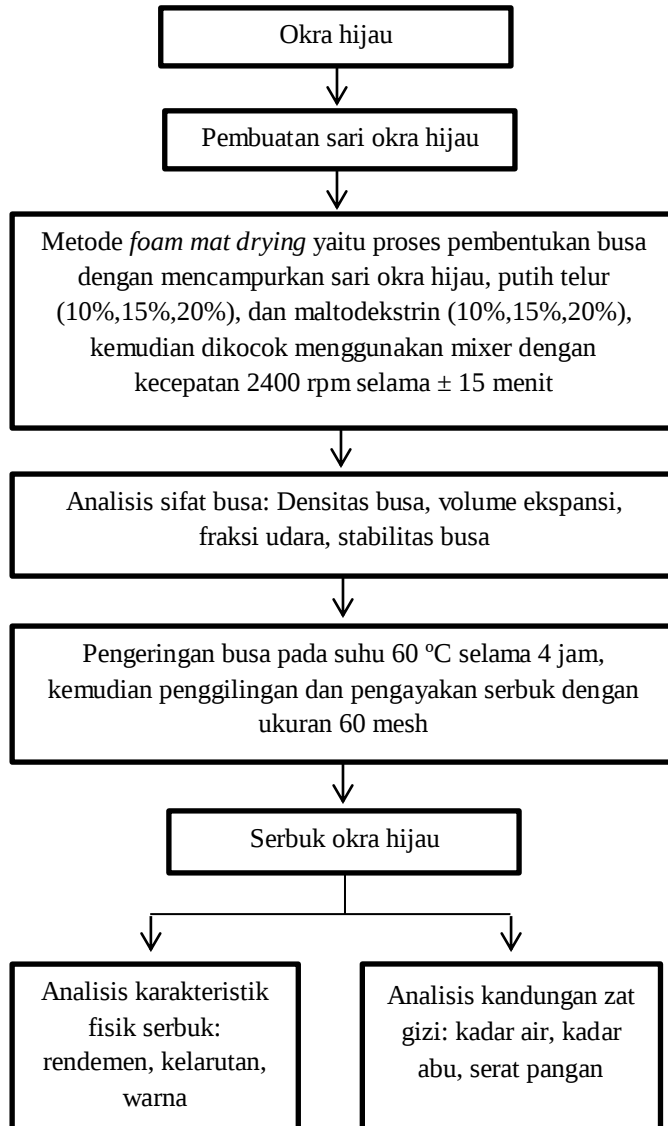
Kelompok umur	Serat	Vitamin C
Bayi/anak (laki-laki/perempuan)		
0-5 bulan	0 g	40 mg
6-11 bulan	11 g	50 mg
1-3 tahun	19 g	40 mg
4-6 tahun	20 g	45 mg
7-9 tahun	23 g	45 mg
Laki-laki		
10-12 tahun	28 g	50 mg
13-15 tahun	34 g	75 mg
16-18 tahun	37 g	90 mg
19-29 tahun	37 g	90 mg
30-49 tahun	36 g	90 mg
50-64 tahun	30 g	90 mg
65-80 tahun	25 g	90 mg
80+ tahun	22 g	90 mg

Kelompok umur	Serat	Vitamin C
Perempuan		
10-12 tahun	27 g	50 mg
13-15 tahun	29 g	65 mg
16-18 tahun	29g	75 mg
19-29 tahun	32 g	75 mg
30-49 tahun	30 g	75 mg
50-64 tahun	25 g	75 mg
65-80 tahun	22 g	75 mg
80+ tahun	20 g	75 mg
Ibu hamil		
Trimester 1	+3 g	+10 mg
Trimester 2	+4 g	+10 mg
Trimester 3	+4 g	+10 mg
Ibu menyusui		
6 bulan pertama	+5 g	+45 mg
6 bulan kedua	+6 g	+45 mg

Sumber: PERMENKES AKG 2019

B. KERANGKA TEORI

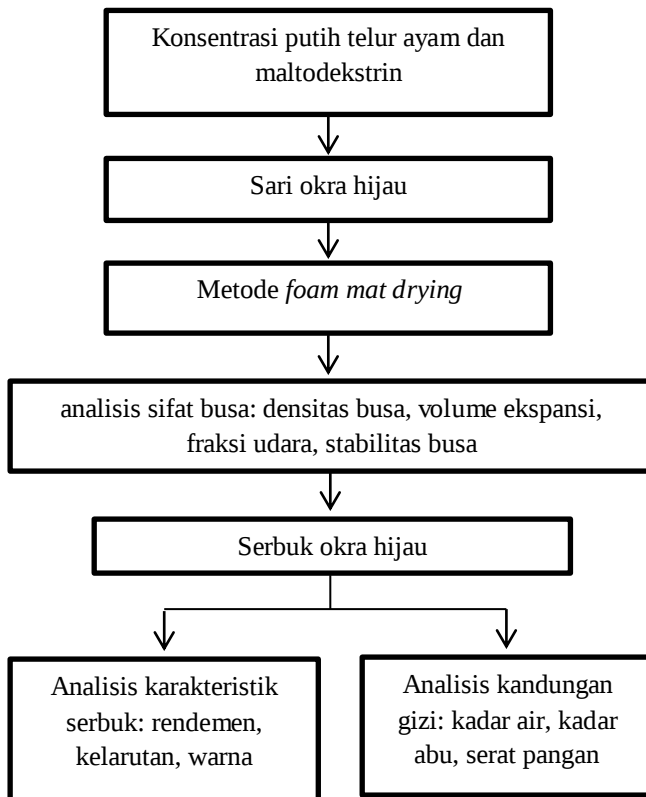
Kerangka teori berisi tentang berbagai macam teori dan model dari berbagai literatur yang dapat dijadikan acuan penelitian. Teori-teori tersebut dapat memberikan kekuatan argumentatif mengenai permasalahan yang harus diteliti serta membantu penulis untuk mengembangkan kerangka konsep agar permasalahan penelitian dapat terjawab (Rachmat, 2016). Kerangka teori penelitian Analisis Sifat Busa dan Karakteristik Serbuk pada Pembuatan Serbuk Okra Hijau (*Abelmoschus Esculentus* L. *moench*) dengan Metode *Foam Mat Drying* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kerangka teori

C. KERANGKA KONSEP

Kerangka konsep penelitian merupakan kerangka yang menghubungkan antara variabel yang akan diamati serta mengacu pada penelitian yang telah dirumuskan dan didasari oleh kerangka teori sebelumnya (Rachmat, 2016). Kerangka konsep penelitian Analisis Sifat Busa dan Karakteristik Serbuk pada Pembuatan Serbuk Okra Hijau (*Abelmoschus Esculentus* L. *moench*) dengan Metode *Foam Mat Drying* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kerangka konsep

D. HIPOTESIS PENELITIAN

Hipotesis merupakan jawaban atau dugaan yang bersifat sementara dari permasalahan dalam suatu penelitian. Berikut merupakan hipotesis penelitian Analisis Sifat Busa dan Karakteristik Serbuk pada Pembuatan Serbuk Okra Hijau (*Abelmoschus Esculentus* L. Moench) dengan Metode *Foam Mat Drying*:

1. Ha diterima dan Ho ditolak, jika:
 - a. Terdapat pengaruh pada penambahan sari okra hijau terhadap sifat busa okra hijau (densitas busa, volume ekspansi, fraksi udara, dan stabilitas busa).
 - b. Terdapat pengaruh pada penambahan konsentrasi putih telur dan maltodekstrin yang bervariasi terhadap karakteristik fisik serbuk okra hijau (rendemen, kelarutan dan warna).
 - c. Terdapat pengaruh pada penambahan konsentrasi putih telur dan maltodekstrin yang bervariasi terhadap hasil analisis zat gizi serbuk okra hijau (kadar air, kadar abu, dan serat pangan).
2. Ho diterima dan Ha ditolak, jika:
 - a. Tidak terdapat pengaruh pada penambahan sari okra hijau terhadap sifat busa okra hijau (densitas busa, volume ekspansi, fraksi udara, dan stabilitas busa).
 - b. Tidak terdapat pengaruh pada penambahan konsentrasi putih telur dan maltodekstrin yang bervariasi terhadap karakteristik fisik serbuk okra hijau (rendemen, kelarutan dan warna).

- c. Tidak terdapat pengaruh pada penambahan konsentrasi putih telur dan maltodekstrin yang bervariasi terhadap hasil analisis zat gizi serbuk okra hijau (kadar air, kadar abu, dan serat pangan).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. JENIS DAN VARIABEL PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian eksperimental dengan desain rancangan percobaan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor perlakuan yaitu konsentrasi maltodekstrin (10%, 15%, 20%) dan konsentrasi putih telur ayam (10%, 15%, 20%), kemudian kedua faktor tersebut dikombinasikan menjadi sembilan perlakuan. Perlakuan pada pembuatan serbuk okra hijau dengan metode *foam mat drying* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Formulasi pembuatan serbuk okra hijau

Perlakuan	M1 (10 %)	M2 (15%)	M3 (20 %)
T1 (10 %)	T1M1	T1M2	T1M3
T2 (15 %)	T2M1	T2M2	T2M3
T3 (20 %)	T3M1	T3M2	T3M3

Keterangan :

M = maltodekstrin

T = putih telur ayam

Terdapat tiga variabel pada penelitian ini diantaranya yaitu :

1. Variabel bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah konsentrasi maltodekstrin 10%, 15%, 20% dan putih telur ayam 10%, 15%, 20% dari 100 ml sari okra hijau.

2. Variabel terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah sifat busa (densitas busa, volume ekspansi, fraksi udara, dan stabilitas busa), karakteristik fisik (rendemen, kelarutan, dan warna) serta kandungan zat gizi (kadar air, kadar abu, dan serat pangan) pada serbuk okra hijau dengan metode *foam mat drying*.

B. WAKTU TEMPAT DAN PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan November hingga september 2023 mulai dari tahap penyusunan proposal, persiapan sampel dan penyusunan hasil akhir penelitian. Pembuatan serbuk okra hijau bertempat di Laboratorium Gizi Kuliner UIN Walisongo Semarang. Pengujian sifat busa, karakteristik serbuk dan kandungan gizi serbuk bertempat di Laboratorium Gizi UIN Walisongo, namun pada parameter total serat pangan pengujian dilakukan dengan metode enzimatis gravimetri oleh PT. Saraswanti Indo Genetech Bogor

C. POPULASI DAN SAMPEL

Populasi merupakan kumpulan dari beberapa sampel yang nantinya akan dijadikan bahan penelitian, sedangkan sampel penelitian merupakan unit bagian dari populasi. Pengambilan sampel dilakukan dengan *simple random sampling* yaitu sampel dipilih secara acak, dimana semua anggota populasi memiliki kesempatan yang sama untuk terpilih menjadi sampel penelitian. Populasi dan sampel pada penelitian ini adalah okra hijau.

D. DEFINISI OPERASIONAL

Definisi operasional merupakan sifat atau nilai dari obyek yang memiliki variasi tertentu dan telah ditetapkan oleh peneliti. Definisi operasional berisi tentang suatu pernyataan atau petunjuk yang menjelaskan bagaimana melakukan pengukuran pada suatu variabel penelitian. Definisi operasional dapat diartikan sebagai pedoman untuk melakukan kegiatan penelitian. Definisi operasional dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Definisi operasional

Variabel	Definisi	Alat dan cara ukur	Hasil ukur	Skala
Konsentrasi putih telur ayam dan maltodekstrin	Putih telur ayam merupakan bahan yang ditambahkan pada pengeringan <i>foam mat drying</i> untuk menghasilkannya busa pada proses pengocokan, sedangkan maltodekstrin adalah bahan yang ditambahkan untuk membantu	Menimbang bahan pembusa dan bahan penstabil menggunakan timbangan digital.	Dinyatakan dalam persen. bahan pembusa (10%; 15%; 20%) dan bahan penstabil (10%; 15%; 20%).	Ordinal

Variabel	Definisi	Alat dan cara ukur	Hasil ukur	Skala
	busa agar tetap stabil (tidak runtuh) setelah proses pengocokan.			
Densitas busa	Densitas busa merupakan kepadatan busa yang dihasilkan setelah proses pengocokan.	Menghitung massa busa dibagi dengan volume busa. Alat: gelas ukur dan timbangan digital. Rumus: $\frac{m}{v}$	Dinyatakan dalam bentuk satuan g/cm^3	Rasio
Volume ekspansi	Peningkatan volume awal bahan akibat udara yang terperangkap dalam sistem busa.	Menghitung volume akhir busa dibagi dengan volume awal bahan cair. Alat: gelas ukur Rumus: $\frac{v_f - v_0}{v_0}$	Dinyatakan dalam bentuk satuan cm^3	Rasio
Fraksi udara	Fraksi udara	Menghitung densitas busa dibagi	Dinyatakan dalam	Rasio

Variabel	Definisi	Alat dan cara ukur	Hasil ukur	Skala
	digambarkan sebagai udara yang terperangkap di dalam busa.	dengan massa jenis awal bahan cair. Alat: timbangan digital Rumus: $1 - \frac{\rho_{ft}}{\rho_0}$	bentuk satuan g/cm^3	
Stabilitas busa	Stabilitas busa merupakan kemampuan bahan pembusa untuk mempertahankan kekuatan busa yang terbentuk.	Menghitung penyusutan volume busa yaitu volume awal busa dibagi volume akhir busa. Alat: gelas ukur Rumus: $\frac{V_i}{V_f} \times 100$	Dinyatakan dalam bentuk persen	Rasio
Rendemen	Rendemen total merupakan perbandingan massa bubuk dengan massa bahan yang masih segar	Menghitung massa serbuk dibagi massa awal bahan cair. Alat: timbangan digital Rumus: $\frac{\text{berat akhir seri}}{\text{Berat awal bahai}}$	Dinyatakan dalam bentuk persen	Rasio

Variabel	Definisi	Alat dan cara ukur	Hasil ukur	Skala
Warna	Warna adalah sifat produk yang dilihat secara fisik (obyektif) dan organoleptik (subyektif)	Metode hunter Alat: <i>color reader</i>	Dinyatakan dengan nilai L*; a*; b*; ΔE	Rasio
Kelarutan	Kemampuan sampel untuk larut dalam air	Menghitung berat sampel dan kertas saring yang telah dioven. Alat: timbangan digital Rumus: $\frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}}$	Dinyatakan dalam bentuk persen	Rasio
Kadar air	Uji kadar air metode oven adalah cara untuk mengukur banyaknya air yang terdapat dalam suatu bahan pangan.	Metode gravimetri Alat: oven Rumus: $\frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}}$	Dinyatakan dalam bentuk persen	Rasio

Variabel	Definisi	Alat dan cara ukur	Hasil ukur	Skala
Kadar abu	Abu merupakan residu anorganik dari proses pembakaran atau oksidasi komponen organik bahan pangan. Kadar abu menunjukkan kandungan mineral, kemurnian, serta kebersihan suatu bahan yang dihasilkan.	Metode pengabuan kering Alat: <i>furnace</i> (tanur) Rumus: $\frac{\text{berat abu (gr)}}{\text{berat sampel (gr)}}$	Dinyatakan dalam bentuk persen	Rasio
Serat pangan	Serat adalah bagian tumbuhan yang tidak dapat diserap oleh enzim pencernaan, namun dapat menyerap air pada usus besar.	Metode enzimatis gravimetri Alat: oven Rumus: $\frac{\text{bobot residu} - P - A - B}{\text{bobot sampel}} \times 100$	Dinyatakan dalam bentuk persen	Rasio

E. PROSEDUR PENELITIAN

1. Alat dan Bahan Pembuatan Serbuk Okra Hijau

Metode *foam mat drying* menggunakan alat dan bahan yang sederhana dan mudah didapat. Beberapa alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan serbuk okra hijau dapat dilihat pada Tabel 12, sebagai berikut:

Tabel 12. Alat dan bahan

Alat/bahan	Spesifikasi		Fungsi	
Okra hijau	Segar	dan tidak cacat	Bahan utama pembuatan serbuk okra hijau.	
Putih telur ayam	Bersih	dan segar	Bahan pembusa	
Maltodekstrin	Bersih	dan tidak bau tengik	Bahan penstabil	
Timbangan digital	<i>kitchen</i> SF400	<i>scale</i>	Menimbang bahan-bahan yang digunakan agar sesuai formula.	
Blender	National T2GN	MX-1800 rpm	Menghaluskan okra hijau menjadi bubur.	
Kain saring	Kain katun	bahan blacu ukuran 20x40 cm	Menyaring bubur okra hijau untuk diambil sarinya	
Mixer	Maspion MT-1150	kecepatan 2400 rpm	Mengocok okra hijau, putih telur ayam dan maltodekstrin hingga membentuk busa.	
Loyang	Loyang aluminium	ukuran	Wadah penampung busa saat proses pengeringan dalam	

	22x22x6 cm	oven.
Oven tangkring	Bahan galvalum ukuran 36x31x35 cm, rak tiga	Mengeringkan busa hingga membentuk lapisan kering.
Ayakan	Ayakan tyler 60 mesh	Menyaring serbuk okra hijau agar memiliki ukuran seragam.

2. Pembuatan Serbuk Okra Hijau

a) Persiapan buah dan pengambilan sari okra hijau

Okra hijau diperoleh dari kebun pertanian okra di Desa Sawangan, Kecamatan Gringsing, Kabupaten Batang. Sebelum diambil sarinya, okra lebih dulu disortir yaitu dengan memilih okra yang kenampakannya bagus, segar, dan tidak cacat kemudian dicuci bersih. Okra mengandung senyawa antinutrisi yaitu fitat dan oksalat yang terletak pada bagian polong, oleh karena itu perlu dilakukan pemisahan ampas dengan sari okra hijau. Pertama memblansir okra yang telah dibersihkan dengan air panas selama lima menit kemudian merendam okra yang telah diblansir dengan air dingin selama lima menit. Selain untuk mengurangi atau menghilangkan antinutrisi yang terkandung, proses tersebut juga bertujuan untuk mengurangi atau mematikan mikroorganisme yang mungkin masih tertinggal saat proses pencucian. Okra kemudian dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil untuk kemudian di blender (perbandingan okra:air = 1:1) selama $\pm$ 15 menit hingga membentuk bubur okra. Bubur okra

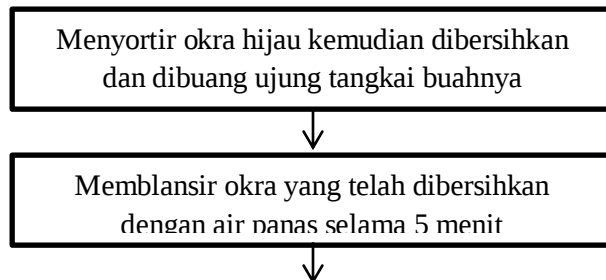
kemudian diperas dan disaring menggunakan kain saring untuk mendapatkan sari okra hijau.

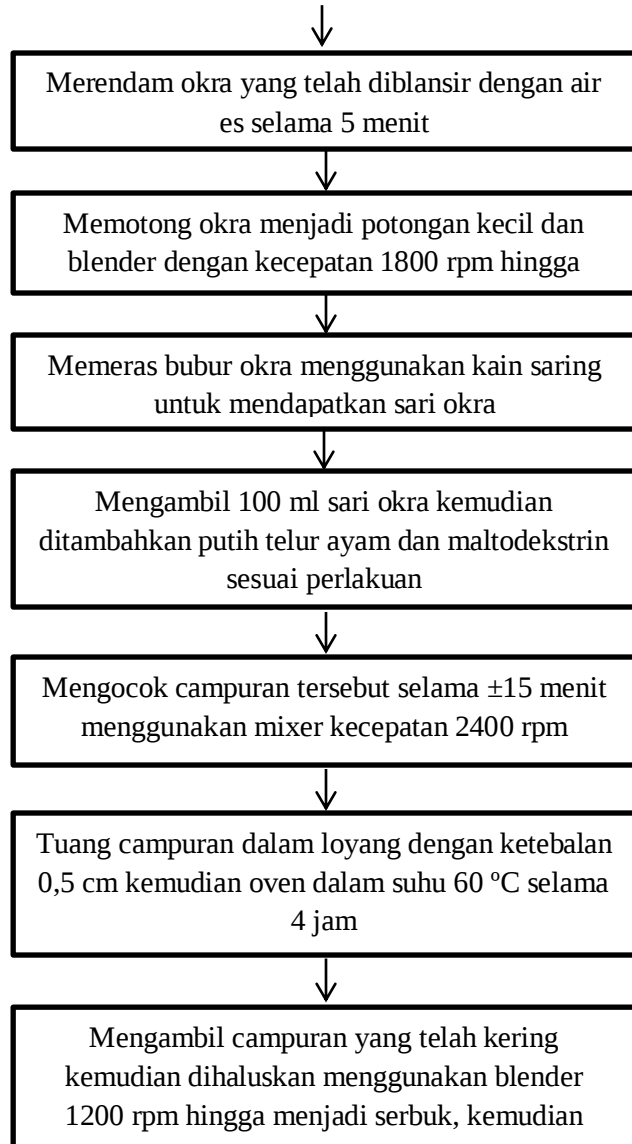
b) Proses pembusaan

Sari okra hijau kemudian diolah pada proses selanjutnya yaitu pembentukan busa. Semua bahan ditimbang menggunakan timbangan digital agar diperoleh konsentrasi sesuai. Sebanyak 100 ml sari okra hijau ditambahkan maltodekstrin dan putih telur ayam sesuai perlakuan. Pengadukan dilakukan menggunakan mixer dengan kecepatan 3 selama ± 15 menit hingga busa naik dan stabil.

c) Proses pengeringan

Busa yang telah terbentuk dituangkan ke dalam loyang yang sebelumnya telah dilapisi aluminium foil dengan ketebalan busa yaitu 0,5 cm. Pengeringan dilakukan menggunakan oven pada suhu 60 °C selama 4 jam. Hasil dari pengeringan kemudian di blender kering hingga berbentuk serbuk okra, kemudian serbuk diayak dengan ayakan *tyler* berukuran 60 mesh agar memiliki ukuran yang seragam. Proses pembuatan serbuk okra hijau dapat dilihat pada Gambar 6.





Gambar 6. Proses pembuatan serbuk okra hijau

3. Prosedur Pengujian

a) Pengukuran sifat busa

1) Densitas busa (Susanti *et al.*, 2021)

Pengukuran densitas busa dilakukan dengan meletakkan 50 mL busa ke dalam gelas ukur dan ditimbang menggunakan timbangan digital, kemudian dibandingkan dengan volume busa yang dilihat pada gelas ukur. Densitas busa dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Densitas busa} = \frac{M}{V}$$

Keterangan :

M = massa busa (gr)

V = volume akhir busa (cm³)

2) Volume ekspansi (Susanti *et al.*, 2021)

Pengukuran volume ekspansi dilakukan dengan mengukur volume akhir busa menggunakan gelas ukur kemudian dibandingkan dengan volume awal bahan cair. Volume ekspansi (pemuaian) dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Volume ekspansi} = \frac{V_f - V_0}{V_0}$$

Keterangan :

V₀ = volume awal zat cair (cm³)

V_f = volume akhir busa (cm³)

3) Fraksi udara (Susanti *et al.*, 2021)

Fraksi udara digambarkan sebagai udara yang terperangkap dalam busa.

Pengukuran fraksi udara dilakukan dengan menimbang massa busa setelah pengocokan menggunakan timbangan digital kemudian dibandingkan dengan massa awal bahan cair.

Rumus menghitung fraksi udara:

$$\text{Fraksi udara} = 1 - \frac{\rho_{ft}}{\rho_{f0}}$$

Keterangan :

ρ_{ft} = massa jenis (g/cm^3) busa

ρ_{f0} = massa jenis (g/cm^3) awal bahan cair

4) Stabilitas busa (Tambunan, 2019)

Stabilitas busa merupakan kemampuan bahan pembusa dalam mempertahankan kekuatan busa yang dihasilkan. Pengukuran dilakukan dengan mengukur volume busa pada interval waktu tertentu yaitu dengan meletakkan 30 gr busa pada gelas beker, kemudian diamkan pada suhu ruang selama tiga jam. Nilai penyusutan volume busa dilakukan setiap 30 menit. Stabilitas busa dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Stabilitas busa (\%)} = \frac{V_i}{V_f} \times 100$$

Keterangan :

V_i = volume busa awal

V_f = volume akhir busa

b) Pengukuran karakteristik fisik serbuk

1) Rendemen (AOAC, 2005)

Rendemen merupakan perbandingan berat serbuk dengan berat awal sampel.

Pengukuran rendemen dilakukan dengan menimbang massa serbuk menggunakan timbangan digital kemudian dibandingkan dengan massa awal bahan cair. Rendemen dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat akhir serbuk (gr)}}{\text{berat awal bahan cair (gr)}} \times 100$$

2) Kelarutan (AOAC, 2005)

Mengeringkan kertas saring whatman No.42 dalam oven pada suhu 105 °C selama 30 menit dan menimbang beratnya. Sebanyak 0,5-1,0 gr sampel dimasukkan kedalam 100 ml aquades, kemudian saring dengan kertas saring whatman No.42 menggunakan corong buchner dengan sistem vakum. Selanjutnya mengoven kertas saring tersebut pada suhu 105 °C selama 3 jam dan ditimbang hingga mendapatkan berat konstan. Rumus perhitungan kelarutan:

$$\text{Kelarutan} = \frac{\text{berat awal (gr)} - \text{berat akhir (gr)}}{\text{berat awal (gr)}} \times 100$$

Keterangan :

Berat akhir merupakan selisih dari berat kertas saring yang telah dikeringkan dengan berat kertas saring sebelum dilakukan penyaringan.

3) Warna (Hunter, 1958)

Analisis warna dilakukan menggunakan metode Hunter dimana parameter yang diukur berupa L, a, dan b.

Notasi warna ditentukan dengan koordinat L^* (*Lightness*): 0 (hitam); 100 putih menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna akromatik putih, abu-abu, dan hitam. Notasi a^* (*Redness*) yaitu warna kromatik campuran merah-hijau dengan nilai $+a^*$ (positif) dari 0 sampai +80 untuk nilai warna merah dan nilai $-a^*$ (negatif) dari 0 sampai -80 untuk warna hijau. Notasi b^* (*Yellowness*) yaitu warna kromatik campuran biru-kuning dengan nilai $+b^*$ (positif) dari 0 sampai +70 untuk warna kuning dan nilai $-b^*$ (negatif) dari 0 sampai -70 untuk warna biru.

c) Analisis zat gizi

1) Kadar air (AOAC, 2005)

Menimbang cawan kosong yang sebelumnya telah dikeringkan dalam oven selama 15 menit. Sebanyak 3-5 gr sampel diletakkan pada cawan yang telah diketahui beratnya. Memasukkan cawan serta sampel tersebut ke dalam oven dengan suhu 110 °C selama enam jam. Kemudian mendinginkan sampel menggunakan desikator selama 15 menit dan ditimbang beratnya (AOAC, 2005). Rumus perhitungan kadar air:

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

2) Kadar abu (AOAC, 2005)

Sebanyak 3-5 gr sampel dimasukkan ke dalam cawan porselen yang telah diketahui

beratnya. Kemudian sampel dipanaskan di atas *hot plate* (dalam ruang asam) untuk meminimalisir asap yang muncul saat pengabuan. Proses pengabuan dilakukan menggunakan tanur pada suhu maksimal 550 °C selama lima jam. Setelah proses pengabuan selesai selanjutnya yaitu mengubah suhu tanur menjadi 150 °C, kemudian cawan didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Rumus perhitungan kadar abu:

$$\text{kadar abu (\%)} = \frac{\text{berat abu (gr)}}{\text{berat sampel (gr)}} \times 100$$

3) Serat Pangan (AOAC, 2005)

Serat pangan dianalisis menggunakan metode enzimatis-gravimetri, yaitu dengan menimbang sampel sebanyak 0,5 gr dan menambahkan pada sampel 40 ml MES-TRIS (buffer pH 8,2) dan homogenkan. Sampel kemudian ditambahkan 50 µl-amilase dan disimpan pada penangas air dengan suhu 95-100 °C selama 35 menit. Selanjutnya sampel didinginkan hingga mencapai suhu 60 °C dan membilas dinding piala dengan 10 ml air. Menambahkan 100 µl protease kemudian ditutup dengan aluminium foil dan inkubasi selama 30 menit dengan suhu 60 °C. Sampel kemudian didinginkan dan ditambahkan 0,561 N larutan HCl serta mengatur pH hingga 4,1-4,6. Kemudian menambahkan 200 µl amiloglukosida, tutup kembali dengan aluminium foil dan inkubasi selama 30 menit pada suhu 60 °C. Selanjutnya sampel

diendapkan dengan 225 ml etanol 95% dan endapan dibiarkan pada suhu ruang selama satu jam. Sampel disaring menggunakan kertas saring yang telah diketahui beratnya, kemudian residu dicuci dalam krus dengan 15 ml etanol 78%, 15 ml methanol 95%, dan 15 ml aseton sebanyak 2 kali. Residu kemudian dikeringkan dalam oven vakum 105 °C hingga berat konstan dan didaapatkan dua residu yaitu protein dan abu untuk koreksi perhitungan total serat pangan. Rumus perhitungan kadar serat pangan:

$$\text{Blanko (mg)} = \text{bobot residu} - P_B - P_A$$

$$\text{Serat pangan (\%)} = \frac{\text{bobot residu} - P - A - B}{\text{bobot sampel}} \times 100$$

Keterangan:

Bobot residu : berat rata-rata residu (mg) untuk 2x ulangan sampel

P_B dn P_A : berat (mg) masing-masing ptotein dan abu dari 2x ulangan sampel blanko

P dan A : berat (mg) dari masing-masing protein dan abu dari 2x ulangan sampel

B : blanko (mg)

F. PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA

Data yang telah diperoleh kemudian di analisis menggunakan *Software Statistical Package for Science* (SPSS) 25. Data pengukuran sifat busa, karakteristik serbuk dan kandungan gizi serbuk dianalisis dengan uji *One-way ANOVA* pada taraf nyata 5% untuk mengetahui adanya pengaruh pada tiap perlakuan, apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjut uji *Duncan* untuk mengetahui kelompok mana saja berbeda secara signifikan (Dahlan, 2014).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. SERBUK OKRA HIJAU

Serbuk merupakan suatu materi padat yang berukuran kecil, halus dan kering. Pembentukan serbuk dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya yaitu *foam mat drying*. Metode *foam mat drying* merupakan metode pengeringan sederhana pada bahan yang berbentuk cair, semi-cair maupun kental dengan menambahkan bahan pembusa dan bahan penstabil busa (Asiah & Djaeni, 2021). Pembuatan serbuk okra hijau menggunakan metode *foam mat drying*, karena prosesnya tidak memerlukan waktu yang lama dan menggunakan peralatan yang sederhana. Selain itu, suhu pengeringan yang digunakan relatif rendah sehingga zat gizi yang terkandung dalam okra hijau dapat dipertahankan. Pembentukan okra hijau menjadi produk serbuk merupakan salah satu upaya yang dilakukan agar okra hijau memiliki masa simpan yang lebih lama. Serbuk okra hijau dapat dijadikan sebagai alternatif untuk mengonsumsi okra hijau apabila kurang menyukai kenampakan okra saat masih segar. Salah satunya yaitu dijadikan sebagai serbuk minuman seduh yang menyehatkan karena kandungan gizi dan senyawa bioaktif di dalamnya.

Proses *foam mat drying* pada okra hijau diawali dengan tahap penyortiran, yaitu memilih buah okra hijau yang kenampakannya bagus, segar, dan tidak cacat kemudian dicuci bersih. Tahapan selanjutnya yaitu pengambilan sari okra hijau. Sebelum diambil sarinya, okra hijau lebih dulu diblansir kemudian direndam dengan air dingin masing-masing selama

lima menit. Proses tersebut bertujuan untuk mengurangi atau mematikan mikroorganisme yang mungkin masih tertinggal saat proses pencucian. Okra kemudian dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil dan diblender (perbandingan okra:air = 1:1) hingga membentuk bubur okra. Bubur okra kemudian diperas dan disaring menggunakan kain saring untuk mendapatkan sari okra hijau. Sari okra hijau dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Sari Okra Hijau

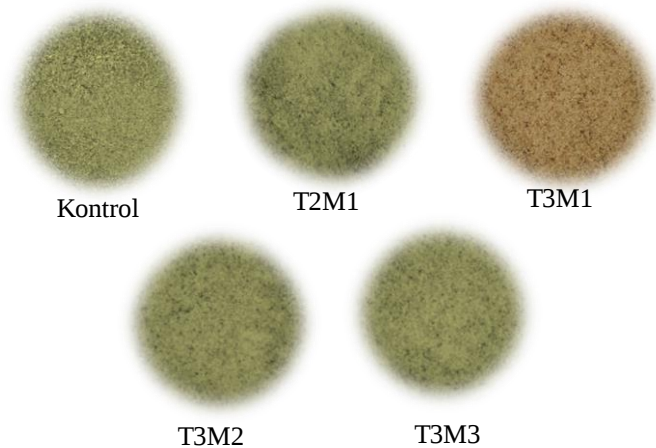
Tahap selanjutnya yaitu pembentukan busa (*whipping*), merupakan tahapan penting dalam metode *foam mat drying*. Hal ini karena busa yang terbentuk akan menentukan keberhasilan proses pengeringan sehingga berpengaruh pada kualitas produk serbuk yang dihasilkan (Mujumdar & Xiao, 2019). Pembentukan busa dimulai dengan menimbang 100 ml sari okra hijau kemudian ditambahkan putih telur dan maltodekstrin sesuai perlakuan. Putih telur berfungsi sebagai bahan pembusa, dimana ketika putih telur dikocok, protein albumin yang terkandung akan mengalami proses pemecahan molekul yang mengakibatkan rantai protein lebih panjang dan terbuka (denaturasi protein), hal ini

menyebabkan udara terperangkap masuk sehingga busa terbentuk (Muliyati & Utami, 2020). Maltodekstrin berfungsi sebagai bahan penstabil busa, dimana maltodekstrin akan membentuk lapisan tipis yang berguna untuk mencegah keruntuhan pada busa selama proses pengeringan. Pengocokan campuran sari okra hijau, putih telur dan maltodekstrin dilakukan menggunakan *mixer* dengan kecepatan 2400 rpm selama ± 15 menit hingga busa naik dan stabil. Waktu pengocokan yang terlalu singkat akan menghasilkan kualitas busa yang lebih sedikit (Muthukumaran *et al.*, 2008).

Tahapan selanjutnya yaitu pengeringan busa okra hijau. Busa yang telah terbentuk dituangkan ke dalam loyang yang sebelumnya telah dilapisi alumunium foil dengan ketebalan busa yaitu 0,5 cm. Busa yang tidak terlalu tebal akan mempermudah proses pengeringan, karena kandungan air yang sedikit akan lebih cepat menguap (Osama *et al.*, 2022). Pengeringan dilakukan menggunakan oven pada suhu 60 °C selama 4 jam. Hasil dari pengeringan kemudian diblender kering hingga berbentuk serbuk okra, kemudian serbuk diayak dengan ayakan *tyler* berukuran 60 mesh agar memiliki ukuran yang seragam.

Pada proses *foam mat drying* okra hijau, terdapat sembilan perlakuan kombinasi dari konsentrasi putih telur sebagai bahan pembusa dan konsentrasi maltodekstrin sebagai bahan penstabil busa, dimana dari sembilan perlakuan tersebut dipilih empat perlakuan terbaik berdasarkan nilai densitas busa untuk kemudian dilakukan uji laboratorium. Densitas busa yang efektif pada pengeringan *foam mat drying* berkisar 0,3-0,6 g/cm³ (Asokapandian *et al.*, 2015). Pada uji laboratorium, digunakan juga perlakuan kontrol yaitu pengeringan okra hijau tanpa penambahan putih telur dan maltodekstrin yang

berfungsi sebagai pembanding pada formulasi terpilih. Dalam hal ini perlakuan kontrol adalah pengeringan menggunakan sinar matahari langsung. Kenampakan serbuk okra hijau pada perlakuan kontrol dan empat perlakuan terpilih dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil serbuk okra hijau

B. ANALISIS SIFAT BUSA

1. Densitas Busa

Densitas busa merupakan nilai kepadatan busa yang dihasilkan setelah pengocokan. Densitas busa dapat digunakan untuk melihat kecepatan waktu pengeringan karena semakin rendah nilai densitas busa maka waktu pengeringan akan lebih cepat (Widyasanti *et al.*, 2018). Menurut Izadi *et al.*, (2020) densitas busa dapat digunakan untuk memilih perlakuan terbaik pada proses pengeringan dengan metode *foam mat drying*, oleh karena itu densitas busa menjadi salah satu faktor penting dalam keberhasilan *foam mat drying* karena

berhubungan langsung dengan sifat busa lainnya seperti volume ekspansi dan fraksi udara.

Densitas busa diukur dengan meletakkan busa setelah pengocokan ke dalam gelas ukur dan ditimbang, kemudian membandingkan massa dengan volume busa yang terlihat pada gelas ukur. Hasil pengukuran nilai densitas busa okra hijau dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil analisis densitas busa

Formulasi	Konsentrasi		Rata-rata (gr/cm ³) ± SD	P (value)
	Putih telur (%)	Maltodekstrin (%)		
T3M3	20	20	0,45 ± 0,000 ^a	0,000
T3M1	20	10	0,50 ± 0,007 ^b	
T3M2	20	15	0,61 ± 0,007 ^c	
T2M1	15	10	0,67 ± 0,007 ^d	
T1M1	10	10	0,71 ± 0,014 ^e	
T2M3	15	20	0,72 ± 0,035 ^e	
T1M2	10	15	0,73 ± 0,007 ^e	
T2M2	15	15	0,80 ± 0,007 ^f	
T1M3	10	20	0,84 ± 0,014 ^g	

Keterangan: notasi dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$) pada taraf uji *Duncan*

Hasil uji ANOVA menunjukkan $p < 0,05$ dan H_0 ditolak sehingga terdapat pengaruh nyata pada konsentrasi putih telur dan maltodekstrin yang berbeda

terhadap nilai densitas busa okra hijau. Uji *Duncan* dilakukan untuk mengetahui perlakuan mana saja yang signifikan. Hasil uji *Duncan* menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata pada perlakuan T1M1, T1M2 dan T2M3. Namun terdapat perbedaan nyata pada perlakuan T1M1 dengan T2M1, T3M1, T2M2, T3M2, T1M3 dan T3M3; T1M2 dengan T2M1, T3M1, T2M2, T3M2, T1M3, dan T3M3; Serta T2M3 dengan T2M1, T3M1, T2M2, T3M2, T1M3, dan T3M3.

Dalam penelitian ini, sari okra hijau selain sebagai bahan utama dalam pembuatan serbuk okra, juga berguna untuk membantu pada proses pembentukan gelembung busa. Hal ini karena ketika putih telur dikocok bersamaan dengan zat cair maka protein dalam telur yang terpecah akan mengikat udara yang berada di dalam air sehingga busa terbentuk.

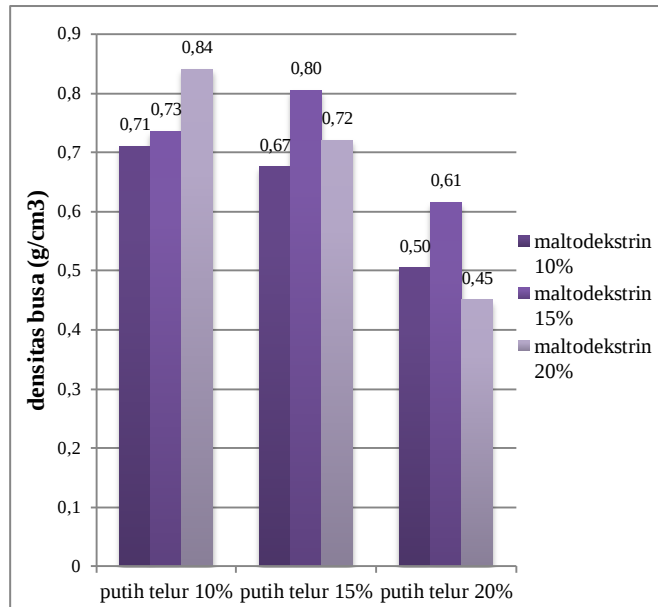
Menurut Susanti *et al* (2021) peningkatan konsentrasi putih telur sebagai bahan pembusa berguna untuk membantu pembentukan busa berpori yang stabil. Semakin tinggi konsentrasi bahan pembusa yang ditambahkan, maka semakin tinggi pula jumlah udara yang terperangkap selama pengocokan. Hal ini menyebabkan densitas busa rendah (Falade & Adeniyi, 2021). Menurut Azizpour *et al* (2014) proses *whipping* (pembentukan busa) dikatakan berhasil apabila menghasilkan densitas busa yang rendah. Busa dengan densitas rendah akan lebih stabil dan mudah dikeringkan pada suhu rendah (Dehghannya *et al.*, 2018).

Selain putih telur, maltodekstrin juga berpengaruh pada nilai densitas busa yang dihasilkan.

Kenaikan konsentrasi maltodekstrin akan meningkatkan nilai densitas busa, hal ini karena penambahan maltodekstrin akan menaikkan berat awal bahan sebelum pengocokan. Oleh karena itu densitas busa meningkat akibat dari peningkatan berat sampel (Abidin *et al.*, 2019).

Seperti yang terlihat pada Tabel 13, diketahui bahwa peningkatan konsentrasi putih telur (10%, 15%, 20%) dengan penambahan maltodekstrin 10% menghasilkan nilai densitas busa yang semakin menurun, sedangkan perlakuan yang sama pada konsentrasi putih telur (10%, 15%, 20%) dengan penambahan maltodekstrin 15% menghasilkan nilai densitas busa yang lebih tinggi. Perlakuan dengan konsentrasi putih telur yang lebih sedikit dari konsentrasi maltodekstrin akan menghasilkan nilai densitas busa yang tinggi, hal ini karena pada kondisi tersebut putih telur tidak dapat memuai dengan sempurna akibat tekanan maltodekstrin yang lebih banyak.

Pengukuran densitas busa menunjukkan hasil rata-rata yang berbeda pada setiap perlakuan yaitu T1M1 (0,71 g/cm³), T2M1 (0,67 g/cm³), T3M1 (0,50 g/cm³), T1M2 (0,73 g/cm³), T2M2 (0,80 g/cm³), T3M2 (0,61 g/cm³), T1M3 (0,84 g/cm³), T2M3 (0,72 g/cm³), dan T3M3 (0,45 g/cm³). Nilai densitas busa paling rendah terdapat pada perlakuan T3M3 (0,45 g/cm³), sedangkan nilai densitas busa paling tinggi terdapat pada perlakuan T1M3 (0,84 g/cm³). Hasil pengukuran nilai densitas busa okra hijau dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Rata-rata densitas busa

Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa densitas busa okra hijau yang dihasilkan pada penambahan konsentrasi putih telur 20% dengan maltodekstrin 10%, 15%, 20% menghasilkan densitas busa yang lebih rendah yaitu T3M1 ($0,50 \text{ g/cm}^3$), T3M2 ($0,61 \text{ g/cm}^3$), dan T3M3 ($0,45 \text{ g/cm}^3$) dibanding dengan perlakuan putih telur 10% dan 15% dengan penambahan konsentrasi maltodekstrin 10%, 15%, 20% yaitu lebih dari $0,70 \text{ g/cm}^3$. Hal ini karena semakin tinggi penambahan konsentrasi putih telur menyebabkan nilai densitas busa semakin rendah, dimana peningkatan konsentrasi putih telur dapat menambah jumlah busa yang terbentuk sehingga volume busa menjadi lebih

besar dibanding dengan konsentrasi putih telur yang lebih sedikit. Hasil ini sejalan dengan dengan penelitian pembuatan bubuk kaldu jamur tiram oleh Abidin *et al* (2019), bahwa seiring dengan penambahan konsentrasi putih telur yang semakin tinggi maka densitas busa yang dihasilkan akan semakin rendah.

Disamping hal tersebut, pada penelitian ini ditemukan juga bahwa densitas busa mengalami kenaikan pada penambahan konsentrasi maltodekstrin 15% dengan penambahan putih telur dari 10% menjadi 15%, hal ini terjadi karena penambahan konsentrasi maltodekstrin yang sama maupun lebih tinggi dari konsentrasi putih telur menyebabkan busa tidak terbentuk dengan baik, selain itu maltodekstrin dapat menaikkan berat awal bahan sebelum pengocokan dan menyebabkan kenaikan pada nilai densitas busa. Kemudian densitas busa mengalami penurunan kembali pada penambahan konsentrasi maltodekstrin 15% dan putih telur 20%. Penurunan ini terjadi karena konsentrasi putih telur yang lebih banyak akan memecah ikatan protein yang lebih banyak pula, sehingga membentuk rantai yang lebih panjang dan udara yang terperangkap semakin banyak, menyebabkan densitas rendah. Densitas busa okra hijau yang rendah dapat mempercepat waktu pengeringan, karena air yang terkandung di dalamnya lebih cepat menguap. Oleh karena itu kualitas serbuk okra hijau yang dihasilkan dapat dipertahankan.

2. Volume Ekspansi

Volume ekspansi merupakan peningkatan volume awal bahan akibat udara yang terperangkap dalam sistem busa saat proses pengocokan. Volume ekspansi merupakan volume pemuai busa setelah dilakukan pengocokan yang nilainya ditentukan berdasarkan volume akhir busa. Volume ekspansi berhubungan langsung dengan densitas busa dan fraksi udara (Dehghannya *et al.*, 2018). Busa dengan volume ekspansi tinggi memiliki nilai densitas yang rendah dan nilai fraksi udara tinggi, karena konsentrasi putih telur yang semakin tinggi akan mengakibatkan pembentukan busa semakin banyak sehingga memperluas permukaan (Franco *et al.*, 2016).

Peningkatan penambahan konsentrasi putih telur dapat meningkatkan pembentukan busa, karena udara yang terperangkap semakin banyak sehingga volume ekspansi meningkat. Pemuai putih telur saat dikocok akan menghasilkan nilai volume ekspansi yang tinggi apabila konsentrasi bahan pembusa yang digunakan semakin banyak, hal ini karena protein yang terpecah akan membentuk rantai yang lebih panjang sehingga memperluas permukaan (Zencirkiran, 2019). Densitas busa yang rendah akibat dari peningkatan konsentrasi putih telur berkaitan dengan penyerapan protein antar muka dan peningkatan volume ekspansi (Osama *et al.*, 2022).

Pengukuran volume ekspansi dilakukan dengan menghitung volume akhir busa yang terlihat pada gelas ukur kemudian dibagi dengan volume awal bahan cair.

Hasil pengukuran nilai volume ekspansi busa okra hijau dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil analisis volume ekspansi

Formulasi	Konsentrasi		Rata-rata (cm ³) ± SD	P (value)
	Putih telur (%)	Maltodekstrin (%)		
T1M1	10	10	0,50 ± 0,000 ^a	0,000
T1M2	10	15	0,50 ± 0,000 ^a	
T2M2	15	15	0,60 ± 0,000 ^b	
T1M3	10	20	0,60 ± 0,000 ^b	
T2M1	15	10	0,80 ± 0,000 ^c	
T2M3	15	20	0,85 ± 0,070 ^c	
T3M2	20	15	1,20 ± 0,000 ^d	
T3M1	20	10	1,50 ± 0,000 ^e	
T3M3	20	20	2,00 ± 0,000 ^f	

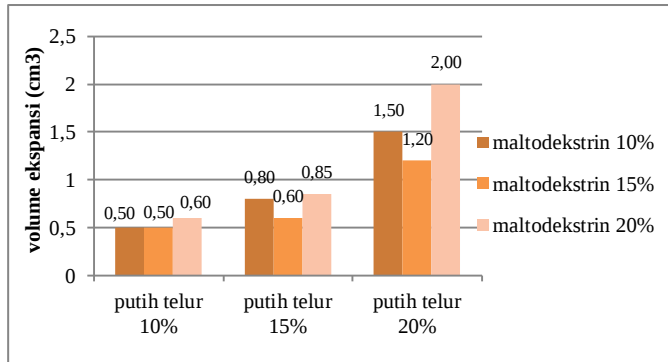
Keterangan: notasi dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$) pada taraf uji *Duncan*

Hasil uji ANOVA menunjukkan $p < 0,05$ dan H_0 ditolak sehingga terdapat pengaruh nyata pada perbedaan konsentrasi putih telur dan maltodekstrin terhadap nilai volume ekspansi. Uji *Duncan* dilakukan untuk mengetahui kelompok mana saja yang signifikan. Hasil uji *Duncan* menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada perlakuan T1M1 dan T1M2, T2M1 dan T2M3, T2M2 dan T1M3. Namun terdapat perbedaan

nyata pada perlakuan T1M1 dengan T2M1, T3M1, T2M2, T3M2, T1M3, T2M3 dan T3M3; T1M2 dengan T2M1, T3M1, T2M2, T3M2, T1M3, T2M3, dan T3M3; T2M1 dengan T1M1, T3M1, T1M2, T2M2, T3M2, T1M3, dan T3M3; T2M3 dengan T1M1, T3M1, T1M2, T2M2, T3M2, T1M3, dan T3M3; T2M2 dengan T1M1, T2M1, T3M1, T1M2, T3M2, T2M3, dan T3M3; T1M3 dengan T1M1, T2M1, T3M1, T1M2, T3M2, T2M3, dan T3M3.

Perbedaan nilai volume ekspansi terjadi akibat konsentrasi dari masing-masing perlakuan yang berbeda pula. Penambahan putih telur sebagai bahan pembusa dengan konsentrasi yang rendah menyebabkan pemuatan busa tidak maksimal. Pemuatan busa yang baik dapat meningkatkan volume ekspansi, sedangkan akumulasi udara dalam busa dapat meningkatkan nilai fraksi udara (Dehghannya *et al.*, 2018).

Pada pengukuran volume ekspansi didapatkan hasil T1M1 (0,50 cm³); T2M1 (0,80 cm³); T3M1 (1,50 cm³); T1M2 (0,50 cm³); T2M2 (0,60 cm³); T3M2 (1,20 cm³); T1M3 (0,60 cm³); T2M3 (0,85 cm³); dan T3M3 (2,00 cm³). Nilai volume ekspansi paling tinggi terdapat pada perlakuan T3M3 (2,00 cm³), sedangkan nilai volume ekspansi paling rendah terdapat pada perlakuan T1M1 dan T2M1 (0,50 cm³). Hasil pengukuran nilai volume ekspansi busa okra hijau dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Rata-rata volume ekspansi busa

Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa nilai volume ekspansi busa okra hijau semakin tinggi pada penambahan konsentrasi putih telur 20% dengan maltodekstrin 10%, 15%, 20% yaitu T3M1 (1,50 cm³), T3M2 (1,20 cm³), dan T3M3 (2,00 cm³), dibanding dengan perlakuan konsentrasi putih telur 10% dan 15% dengan maltodekstrin 10% dan 15% yaitu berkisar 0,50-0,85 cm³. Hal ini karena putih telur sebagai bahan pembusa mengalami denaturasi yang mengakibatkan perluasan permukaan dan volume menjadi lebih besar. Hasil yang sama juga dikemukakan oleh Susanti *et al* (2021) bahwa pada pengeringan sorghum merah, nilai volume ekspansi busa semakin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi bahan pembusa. Hasil serupa juga dikemukakan oleh Osama *et al* (2022) pada proses *foam mat drying* buah kadam diperoleh hasil yaitu semakin tinggi konsentrasi putih telur (5%, 10%, 15%) mengakibatkan penurunan densitas busa dan peningkatan volume ekspansi.

Berbeda dengan penambahan konsentrasi putih telur 20% dan maltodekstrin 10%, 15%, 20% yang menghasilkan nilai volume ekspansi lebih tinggi, pada penambahan konsentrasi putih telur 10% dan 15% dengan maltodekstrin 10%, 15%, 20% menghasilkan nilai volume ekspansi yang lebih rendah yaitu dibawah $0,85 \text{ gr/cm}^3$. Hal ini karena jumlah protein yang dipecah lebih sedikit sehingga membentuk rantai yang lebih pendek, akibatnya udara yang terakumulasi sedikit sehingga pemuatan busa tidak maksimal. Hasil penemuan tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Abidin *et al* (2019), bahwa penambahan konsentrasi maltodekstrin yang lebih tinggi dari konsentrasi putih telur menyebabkan kenaikan nilai densitas busa penurunan nilai volume ekspansi.

Selain itu, rendahnya nilai volume ekspansi dapat dipengaruhi oleh penambahan sari okra hijau dengan konsentrasi putih telur yang sedikit, hal ini karena pemecahan protein terhalang oleh banyaknya molekul air sehingga kemampuan mengikat udara oleh putih telur tidak maksimal. Oleh karena itu perlakuan dengan penambahan putih telur 10% menghasilkan nilai volume ekspansi yang lebih rendah dibanding dengan penambahan konsentrasi putih telur 15% dan 20% meskipun dengan jumlah penambahan sari okra hijau yang sama.

3. Fraksi Udara

Fraksi udara digambarkan sebagai udara yang terperangkap dalam sistem busa. Fraksi udara merupakan faktor penting lainnya untuk melihat kualitas busa dalam metode *foam mat drying*. Busa dengan fraksi udara yang tinggi akan lebih stabil karena drainase busa yang pecah

tertunda. Saat fraksi udara meningkat maka volume ekspansi busa juga akan meningkat, hal ini dapat mengubah struktur busa dari bentuk awal cair menjadi semi padat (Dehghannya *et al.*, 2018). Menurut Franco *et al* (2016) fraksi udara memiliki hubungan terbalik dengan densitas busa, apabila densitas busa rendah maka fraksi udara dalam busa tinggi. Semakin tinggi bahan pembusa yang digunakan maka semakin tinggi pula udara yang terperangkap pada sistem busa, hal ini karena putih telur yang mengalami denaturasi akan mengikat udara lebih banyak sehingga membentuk busa yang semakin besar dan menjadikan waktu pengeringan lebih cepat karena air yang terkandung lebih mudah diuapkan (Falade & Adeniyi, 2021).

Pengukuran fraksi udara dilakukan dengan menghitung nilai densitas busa setelah pengocokan dibagi dengan massa jenis awal bahan cair. Hasil pengukuran nilai fraksi udara busa okra hijau dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil analisis fraksi udara busa

Formulasi	Konsentrasi		Rata-rata (gr/cm ³) ± SD	P (value)
	Putih telur (%)	Maltodekstrin (%)		
T1M3	10	20	0,160 ± 0,014 ^a	0,000
T2M2	15	15	0,195 ± 0,007 ^b	
T2M3	15	20	0,275 ± 0,035 ^c	
T1M2	10	15	0,265 ± 0,007 ^c	

T1M1	10	10	0,290 ± 0,014 ^c
T2M1	15	10	0,325 ± 0,007 ^d
T3M2	20	15	0,385 ± 0,007 ^e
T3M1	20	10	0,495 ± 0,007 ^f
T3M3	20	20	0,550 ± 0,000 ^g

Keterangan: notasi dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$) pada taraf uji *Duncan*

Hasil uji *ANOVA* menunjukkan $p < 0,05$ dan H_0 ditolak sehingga terdapat pengaruh nyata pada konsentrasi putih telur dan maltodekstrin yang berbeda terhadap nilai fraksi udara. Uji *Duncan* dilakukan untuk mengetahui kelompok mana saja yang signifikan. Hasil uji *Duncan* menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata pada perlakuan T1M1, T1M2 dan T2M3. Namun terdapat perbedaan nyata pada perlakuan T1M1 dengan T2M1, T3M1, T2M2, T3M2, T1M3, dan T3M3; T1M2 dengan T2M1, T3M1, T2M2, T3M2, T1M3, dan T3M3; serta T2M3 dengan T2M1, T3M1, T2M2, T3M2, T1M3, dan T3M3.

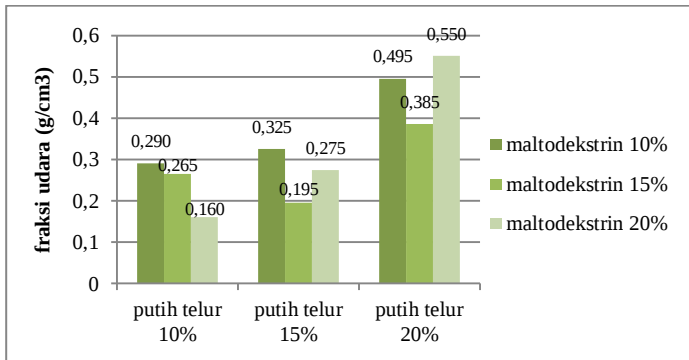
Menurut Osama *et al* (2022) albumin pada putih telur akan memadat pada suhu yang lebih tinggi, sehingga ketika suhu busa meningkat maka busa dengan konsentrasi putih telur yang lebih tinggi memiliki rongga yang lebih stabil. Hal ini menyebabkan penyusutan busa rendah dengan fraksi udara yang lebih banyak. Semakin tinggi jumlah gas/udara yang terperangkap dalam busa, maka nilai densitas busa akan semakin menurun sehingga menjadikan busa lebih stabil (Susanti *et al.*, 2021).

Fraksi udara dipengaruhi oleh kemampuan putih telur dalam membentuk busa selama pengocokan. Peningkatan fraksi udara berhubungan langsung dengan nilai densitas busa dan volume ekspansi, dimana udara yang terakumulasi akibat peningkatan volume ekspansi dapat meningkatkan nilai fraksi udara. Semakin tinggi udara yang terperangkap dalam busa maka nilai densitas busa akan semakin rendah, hal ini menyebabkan proses pengeringan lebih cepat (Susanti et al., 2021).

Sari okra hijau membantu proses pembentukan busa selama pengocokan, dimana kandungan air dapat diikat oleh protein yang mengalami denaturasi. Terbentuknya gelembung mengakibatkan perluasan permukaan busa karena udara yang terakumulasi sehingga membentuk sistem busa. Namun apabila konsentrasi bahan pembusa yang digunakan lebih sedikit, udara yang terperangkap juga tidak maksimal karena rantai protein yang bertugas untuk memerangkap udara tidak dapat bekerja dengan maksimal. Seperti yang terlihat pada Gambar 11 bahwa penambahan sari okra hijau dengan konsentrasi putih telur 20% nilai fraksi udara yang lebih tinggi.

Hasil pengukuran fraksi udara pada masing-masing perlakuan diperoleh nilai rata-rata yaitu T1M1 (0,290 g/cm³); T2M1 (0,325 g/cm³); T3M1 (0,495 g/cm³); T1M2 (0,265 g/cm³); T2M2 (0,195 g/cm³); T3M2 (0,385 g/cm³); T1M3 (0,160 g/cm³); T2M3 (0,275 g/cm³); dan T3M3 (0,550 g/cm³). Nilai fraksi udara paling tinggi terdapat pada perlakuan T3M3 (0,550 g/cm³) dan nilai fraksi udara paling rendah terdapat pada perlakuan T1M3 (0,160 g/cm³). Hasil

pengukuran fraksi udara busa okra hijau dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Rata-rata fraksi udara busa

Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa nilai fraksi udara meningkat pada penambahan konsentrasi putih telur 10%, 15%, 20% dengan maltodekstrin 10% dan 20%, sedangkan pada penambahan konsentrasi putih telur 10% dan 15% dengan maltodekstrin 15% densitas busa mengalami penurunan dan kembali naik pada penambahan konsentrasi putih telur 20%. Kenaikan fraksi udara ini disebabkan oleh banyaknya udara yang terperangkap pada sistem busa selama pengocokan berlangsung. Hal ini terjadi karena pada fraksi udara yang lebih tinggi, gelembung udara akan lebih kecil, sehingga memperlihatkan area permukaan yang lebih besar ke udara.

Penurunan fraksi udara yang terjadi pada penambahan putih telur 15% dengan maltodekstrin 15% terjadi karena interaksi keduanya menimbulkan pembentukan busa kurang maksimal. Gelembung udara yang terperangkap pada sistem busa tidak dapat bertahan setelah pengocokan dihentikan, akibatnya terdapat

gelembung yang kembali pecah sehingga menurunkan nilai fraksi udara.

4. Stabilitas Busa

Stabilitas busa adalah kemampuan busa untuk menahan udara yang terperangkap agar tidak pecah selama jangka waktu tertentu. Busa yang tidak stabil akan meruntuhkan struktur berpori sehingga berakibat pada waktu pengeringan semakin lama dan menurunnya kualitas produk akhir (Dehghannya *et al.*, 2018). Kestabilan busa akan mempengaruhi proses pengeringan, dimana busa dengan kestabilan yang baik akan mempercepat waktu pengeringan, sedangkan busa dengan kestabilan buruk akan mudah runtuh dan membuat busa kembali dalam fase cair, akibatnya pengeringan menjadi semakin lama (Falade & Omojola, 2010).

Pengukuran stabilitas busa dilakukan dengan menghitung penyusutan volume busa setelah pengocokan. Hasil pengukuran stabilitas busa okra hijau dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil analisis stabilitas busa

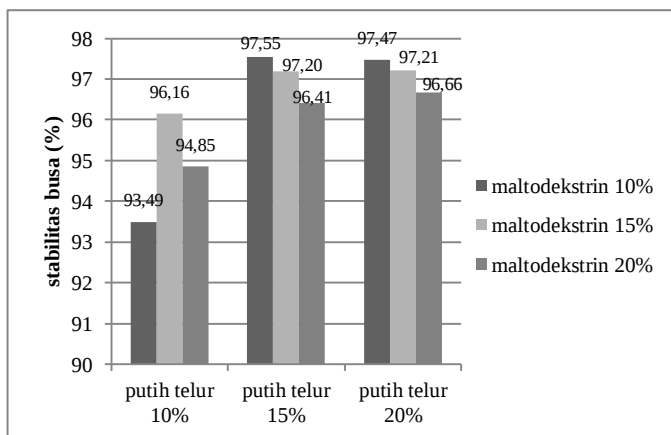
Formulasi	Konsentrasi		Rata-rata (%) $\pm$ SD	P (value)
	Putih telur (%)	Maltodekstrin (%)		
T1M1	10	10	93,49 $\pm$ 3,379 ^a	0,083
T1M2	10	15	96,16 $\pm$ 0,000 ^{ab}	
T1M3	10	20	94,85 $\pm$ 0,700 ^{ab}	
T2M3	15	20	96,41 $\pm$ 0,353 ^b	

T3M3	20	20	96,66 ± 0,127 ^b
T2M2	15	15	97,20 ± 0,388 ^b
T3M2	20	15	97,21 ± 0,148 ^b
T3M1	20	10	97,47 ± 0,134 ^b
T2M1	15	10	97,55 ± 0,205 ^b

Keterangan: notasi dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$) pada taraf uji *Duncan*

Hasil uji ANOVA menunjukkan $p > 0,05$ dan H_0 diterima sehingga tidak terdapat pengaruh nyata pada konsentrasi putih telur dan maltodekstrin yang berbeda terhadap nilai stabilitas busa. Interaksi antara putih telur dan maltodekstrin dapat memberikan efek positif melalui gugus hidrofobik aktif dan meningkatkan elastisitas serta kekencangan hidrokoloid untuk mencegah penipisan *lamella*, pemecahan gelembung, dan peningkatan drainase (Franco *et al.*, 2016). Menurut Dehghannya *et al* (2018) penambahan maltodekstrin sebagai bahan penstabil pada metode *foam mat drying* mampu mempertahankan kestabilan busa yang terbentuk hingga 120 menit. Hal ini karena maltodekstrin dapat melindungi dinding antarmuka gelembung agar tidak pecah sehingga volume drainase menurun (Azizpour *et al.*, 2014). Stabilitas busa pada pengeringan *foam mat drying* harus dipertahankan untuk memperoleh hasil yang diinginkan dan waktu pengeringan yang lebih efisien (Franco *et al.*, 2016). Hasil pengukuran stabilitas busa diperoleh nilai rata-rata pada tiap perlakuan yaitu T1M1 (93,49%), T2M1 (97,55%), T3M1 (97,47%), T1M2 (96,16%), T2M2 (97,20%), T3M2 (97,21), T1M3

(94,85%), T2M3 (96,41), dan T3M3 (96,66%). Hasil pengukuran stabilitas busa okra hijau dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Rata-rata stabilitas busa okra hijau

Berdasarkan grafik diatas terlihat bahwa stabilitas busa mengalami kenaikan pada konsentrasi putih telur dari 10% menjadi 15% dan kembali menurun pada konsentrasi putih telur 20%. Penurunan ini terjadi diduga karena pada saat proses pengukuran stabilitas, busa yang didiamkan lama-kelamaan akan mengalami keruntuhan pada strukturnya. Keruntuhan terjadi akibat perubahan ukuran gelembung karena infiltrasi udara yang bertekanan tinggi didalamnya, kemudian gelembung-gelembung tersebut pecah karena adanya aktivitas dorongan dan saling menarik antar gelembung. Meskipun demikian, semua perlakuan pada penelitian ini mencapai kestabilan berkisar antara 90-100%, yang artinya kombinasi formulasi antara putih telur (10%, 15%, 20%) dan maltodekstrin (10%, 15%, 20%) berhasil mempertahankan kekuatan busa yang terbentuk.

Hal ini karena penambahan maltodekstrin dapat menghambat penipisan *lamella* yang dapat menyebabkan keruntuhan busa. Struktur busa yang stabil dapat membantu mempercepat pengeringan, karena apabila busa mudah runtuh dan kembali berbentuk cair maka waktu pengeringan akan semakin lama sehingga kualitas produk menurun.

Penambahan maltodekstrin sebagai bahan penstabil dapat meningkatkan ketebalan *lamella* sehingga menjadikan busa lebih kuat dan tidak mudah runtuh. Penambahan maltodekstrin sebagai bahan penstabil dapat meningkatkan kualitas busa, oleh karena itu nilai volume ekspansi, fraksi udara dan stabilitas dapat mencapai nilai yang maksimum. Hasil tersebut sejalan dengan Penelitian sebelumnya oleh Susanti *et al* (2021) pada proses *foam mat drying* sorghum merah, dilaporkan bahwa penambahan bahan penstabil dapat memberikan nilai stabilitas busa lebih dari 90% sehingga busa lebih stabil. Hal serupa juga dijelaskan oleh Dev (2013) bahwa konsentrasi putih telur tertinggi dapat menghasilkan stabilitas busa hingga mencapai 100%.

5. Pemilihan Perlakuan Terbaik

Keberhasilan *foam mat drying* dapat ditentukan dengan melihat sifat busa yang dihasilkan. Pada pembuatan serbuk okra hijau dengan metode *foam mat drying*, pemilihan perlakuan terbaik dipilih berdasarkan nilai densitas busa. Densitas busa yang efektif pada pengeringan *foam mat drying* berkisar 0,3-0,6 g/cm³ (Asokapandian *et al.*, 2015). Densitas busa berhubungan langsung dengan volume ekspansi dan fraksi udara, dimana densitas busa

yang rendah akan membuat nilai volume ekspansi dan fraksi udara tinggi. Semakin rendah nilai densitas busa maka serbuk yang dihasilkan akan semakin baik. Perlakuan terbaik pada *foam mat drying* okra hijau dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Formulasi Terbaik

For- mulasi	Konsentrasi		Den- sitas busa (gr/ cm ³)	Volume eks- pansi (cm ³)	Frak- si udara (gr/ cm ³)	Sta- bilitas busa (%)
	Putih telur (%)	Malto Deks- trin (%)				
T2M1	15	10	0,675	0,8	0,325	97,55
T3M1	20	10	0,505	1,5	0,495	97,47
T3M2	20	15	0,615	1,2	0,385	97,21
T3M3	20	20	0,450	2,0	0,550	96,66

Kualitas busa merupakan faktor utama yang berguna untuk membantu mempercepat penguapan air pada suhu yang lebih rendah, sehingga cocok diaplikasikan pada bahan dengan kandungan zat gizi maupun senyawa bioaktif yang sensitif seperti okra hijau (Susanti *et al.*, 2021). Dalam hal ini, *foam mat drying* bergantung pada kualitas struktur busa yang terbentuk diantaranya densitas busa dan kestabilan busa. Franco *et al* (2016) menyatakan bahwa densitas busa yang tinggi menandakan busa yang terbentuk tidak maksimal, hal ini terjadi karena putih telur tidak mengalami pemuain yang sempurna selama proses pengocokan. Akibatnya nilai volume ekspansi dan fraksi udara rendah dan menyebabkan pengeringan semakin lama (sulit dikeringkan), sedangkan pada densitas busa yang rendah menandakan putih telur mengalami proses pemuain yang maksimal dan udara yang terperangkap semakin banyak sehingga waktu pengeringan menjadi lebih

cepat (mudah dikeringkan). Hal tersebut berpengaruh pada kualitas serbuk yang dihasilkan, dimana densitas busa yang rendah akan menghasilkan produk serbuk yang lebih baik karena pengeringan dilakukan lebih cepat, sehingga kandungan zat gizi dan organoleptik okra hijau dapat dipertahankan.

C. ANALISIS KARAKTERISTIK SERBUK OKRA HIJAU

1. Rendemen

Rendemen merupakan perbandingan massa bahan segar sebelum diolah dengan massa bahan setelah dilakukan pengeringan. Semakin besar nilai rendemen yang dihasilkan pada tiap perlakuan menunjukkan bahwa semakin efektif proses pembuatan produk (Widyasanti *et al.*, 2018). Pengukuran rendemen dilakukan dengan menghitung massa akhir serbuk dibagi dengan massa awal bahan cair. Hasil pengukuran nilai rendemen serbuk okra hijau dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Hasil analisis rendemen serbuk

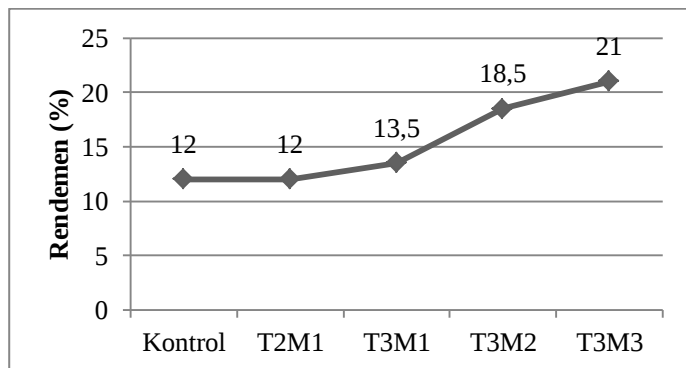
Perlakuan	Rata-rata (%) $\pm$ SD	P (value)
Kontrol	12,00 $\pm$ 0,000 ^a	0,000
T2M1	12,00 $\pm$ 0,000 ^a	
T3M1	13,50 $\pm$ 0,707 ^b	
T3M2	18,50 $\pm$ 0,707 ^c	
T3M3	21,00 $\pm$ 0,000 ^d	

Keterangan: notasi dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$) pada taraf uji Duncan

Hasil uji ANOVA menunjukkan $p < 0,05$ dan H_0 ditolak sehingga terdapat pengaruh nyata pada konsentrasi putih telur dan maltodekstrin yang berbeda terhadap nilai

rendemen. Uji *Duncan* dilakukan untuk mengetahui kelompok mana saja yang signifikan. Hasil uji *Duncan* menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata pada perlakuan kontrol dan T2M1. Namun terdapat perbedaan nyata pada perlakuan kontrol dan T3M1, kontrol dan T3M2, kontrol dan T3M3, T2M1 dan T3M1, T2M1 dan T3M2, T2M1 dan T3M3.

Selain berfungsi sebagai bahan penstabil busa, maltodekstrin juga berperan sebagai penambah massa bahan. Penambahan maltodekstrin mengakibatkan bertambahnya total padatan (Aswari, 2011). Maltodekstrin juga dinyatakan sebagai *filler* atau bahan pengisi dan berperan dalam meningkatkan volume dari bahan yang dikeringkan (Khotimah, 2006). Hasil pengukuran rendemen serbuk okra hijau dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Rata-rata rendemen serbuk okra hijau

Berdasarkan grafik diatas terlihat bahwa nilai rendemen serbuk okra hijau berkisar antara 12-21%, dimana rendemen paling rendah terdapat pada perlakuan T2M1 (12%) dan kontrol (12%), sedangkan rendemen

paling tinggi terdapat pada perlakuan T3M3 (21%). Tinggi rendahnya rendemen ini dipengaruhi oleh konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan pada tiap perlakuan. Semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan (10%, 15%, 20%) menghasilkan nilai rendemen semakin meningkat yaitu T2M1 (12%), T3M1 (13,5%), T3M2 (18,5%), T3M3 (21%). Kenaikan nilai rendemen serbuk okra hijau terjadi akibat dari penambahan konsentrasi maltodekstrin yang meningkat pula, hal ini karena partikel maltodekstrin dapat menambah massa bahan sehingga memperbesar volume dan menjadikan total padatan meningkat. Oleh karena itu perlakuan dengan penambahan maltodekstrin 20% menghasilkan rendemen serbuk okra hijau paling tinggi yaitu 20%. Sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Mulyani *et al* (2014) pada pengeringan bubuk markisa, menyebutkan bahwa seiring peningkatan konsentrasi maltodekstrin (40%, 45%, 50%) menghasilkan rendemen yang semakin tinggi. Hasil yang sama juga dikemukakan oleh Aswari (2011) bahwa peningkatan konsentrasi maltodekstrin dapat meningkatkan rendemen susu bubuk.

Pada penambahan konsentrasi putih telur 15% dan 20% menghasilkan nilai rendemen yang berbeda meskipun konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan sama yaitu 10%, dimana pada konsentrasi putih telur 20% menghasilkan rendemen yang lebih tinggi yaitu 13,5% dibanding dengan putih telur 15% yaitu 12%. Hal ini terjadi karena putih telur mengandung berbagai komponen dimana ketika proses pengeringan dilakukan komponen/padatan putih telur tidak menghilang, oleh karena itu perlakuan dengan konsentrasi putih telur yang

lebih tinggi akan menghasilkan rendemen yang lebih banyak meskipun konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan sama. Sejalan dengan penelitian Tambunan (2019) bahwa peningkatan konsentrasi putih telur dapat meningkatkan rendemen yang dihasilkan.

2. Kelarutan

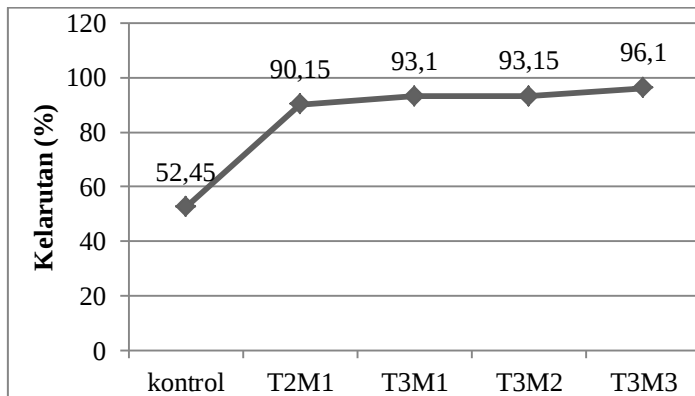
Kelarutan merupakan kemampuan suatu produk untuk larut dalam zat pelarut. Nilai kelarutan yang tinggi menunjukkan bahwa semakin banyak partikel serbuk yang larut dalam air (Tambunan, 2019). Menurut Srianata & Trisnawati (2015) produk serbuk yang baik dapat diketahui dengan melihat beberapa kriteria, salah satunya yaitu bersifat hidrofilik (mudah larut dalam air). Pengukuran nilai kelarutan dilakukan dengan menyaring bahan yang telah dilarutkan menggunakan kertas saring dan corong *buchner* dengan sistem vakum, kemudian menghitung kertas saring setelah penyaringan dan kertas saring sebelum penyaringan menggunakan rumus. Hasil pengukuran nilai kelarutan serbuk okra hijau dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Hasil analisis kelarutan serbuk

Perlakuan	Rata-rata (%) $\pm$ SD	P (value)
Kontrol	52,45 $\pm$ 2,192 ^a	0,002
T2M1	90,15 $\pm$ 11,101 ^b	
T3M1	93,10 $\pm$ 1,414 ^b	
T3M2	93,15 $\pm$ 2,616 ^b	
T3M3	96,10 $\pm$ 2,687 ^b	

Keterangan: notasi dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$) pada taraf uji *Duncan*

Hasil uji ANOVA menunjukkan $p < 0,05$ dan H_0 ditolak sehingga terdapat pengaruh nyata pada konsentrasi putih telur dan maltodekstrin yang berbeda terhadap nilai kelarutan. Uji *Duncan* dilakukan untuk mengetahui kelompok mana saja yang signifikan. Hasil uji *Duncan* menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada perlakuan T2M1, T3M1, T3M2, dan T3M3. Namun terdapat perbedaan nyata pada perlakuan kontrol dan T2M1, kontrol dan T3M1, kontrol dan T3M2, kontrol dan T3M3. Hasil pengukuran nilai kelarutan serbuk okra hijau dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Rata-rata kelarutan serbuk okra hijau

Berdasarkan grafik diatas terlihat bahwa nilai kelarutan serbuk okra hijau dengan metode *foam mat drying* berkisar 90,15-96,10%. Hasil ini lebih tinggi dari perlakuan kontrol yaitu 52,45%. Semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin (10%, 15%, 20%) menyebabkan nilai kelarutan semakin tinggi pula yaitu 90,15% (T2M1); 93,1% (T3M1); 93,15% (T3M2); dan 96,1% (T3M3), hal

ini karena maltodekstrin bersifat hidrofilik yaitu mudah larut dalam air sehingga ketika dilarutkan serbuk akan cepat terdispersi secara merata. Maltodekstrin merupakan golongan oligosakarida yang sangat mudah larut dalam air dan mampu membentuk sistem larutan yang terdispersi, sehingga serbuk dengan kandungan maltodekstrin lebih banyak akan meningkatkan nilai kelarutan (Murtini *et al.*, 2022).

Pada penambahan konsentrasi putih telur 15% dan 20% menghasilkan nilai kelarutan yang berbeda meskipun konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan sama yaitu 10%, dimana pada konsentrasi putih telur 20% menghasilkan kelarutan yang lebih tinggi yaitu 93,10% dibanding dengan putih telur 15% yaitu 90,15%. Hal ini terjadi karena putih telur mengandung protein berupa albumin yang dapat menaikkan volume ekspansi menjadi lebih besar dan menghasilkan produk dengan kadar air yang lebih rendah sehingga pengikatan serbuk oleh air semakin tinggi. Rongga berpori yang terbentuk dari pengocokan putih telur, ketika dikeringkan akan menghasilkan serbuk dengan porositas tinggi. Serbuk yang semakin berpori akan semakin mudah dilarutkan. Oleh karena itu perlakuan dengan konsentrasi putih telur yang lebih banyak menghasilkan nilai kelarutan yang lebih tinggi. Sejalan dengan penelitian sebelumnya pada pembuatan serbuk ekstrak mawar oleh Rahmawati *et al* (2020) dikatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi putih telur maka semakin tinggi pula tingkat kelarutan produk. Hal serupa juga dikemukakan oleh Mulyani *et al* (2014) pada pembuatan serbuk buah markisa, bahwa seiring

dengan peningkatan bahan pembusa dan bahan penstabil, maka kelarutan produk serbuk semakin meningkat.

Serbuk perlakuan kontrol memiliki nilai kelarutan paling rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lain yaitu hanya 52,45%. Hal ini karena okra hijau yang digunakan adalah okra segar yang dikeringkan dibawah sinar matahari langsung kemudian digiling menjadi serbuk. Diketahui bahwa okra adalah tumbuhan yang mengandung selulosa yang tidak dapat larut dalam air. Oleh karena itu, meskipun okra hijau sudah kering dan menjadi serbuk, ketika dilarutkan dalam air serbuk okra tidak sepenuhnya larut. Berbeda dengan keempat perlakuan yang lain, dimana pada proses pengeringan dengan *foam mat drying* okra yang digunakan adalah berbentuk sari. Sari okra yang dicampur dengan maltodekstrin yang bersifat hidrofilik pada proses *foam mat drying* akan menghasilkan serbuk yang lebih mudah larut dalam air.

3. Warna

Warna merupakan parameter penting untuk mengetahui hilangnya sifat bahan makanan selama pengeringan (Osama *et al.*, 2022). Warna atau kecerahan yang dihasilkan bergantung pada kandungan dan jenis pigmen bahan, kadar air, serta kelembaban permukaan. Dalam hal ini, warna serbuk okra hijau dengan metode *foam mat drying* dibandingkan dengan warna serbuk kontrol untuk diketahui perbedaannya.

Pengukuran warna dilakukan menggunakan alat *color reader*. Parameter warna yang dihitung meliputi L* (kecerahan), a* (kemerahan), dan b* (kekuningan). Masing-masing sampel dimasukkan ke dalam wadah serupa kemudian dilakukan penembakan hingga memperoleh nilai

dL, da, dan db. Nilai standar diperoleh dari penembakan pertama pada sampel kontrol untuk memperoleh nilai Lt, at dan bt. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai L*, a*, dan b* (Ayuningtyas, 2019). Hasil pengukuran warna dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Hasil analisis warna menggunakan *color reader*

Perlakuan	Rata-rata ($\pm$) standar deviasi					
	L*		a*		b*	
Kontrol	74,70 1,350 ^b	$\pm$	0,82 0,367 ^a	$\pm$	13,56 $\pm$ 0,219 ^a	ΔE
T2M1	73,27 0,254 ^b	$\pm$	1,43 0,042 ^b	$\pm$	15,19 $\pm$ 0,000 ^b	2,34 (<i>pass</i>)
T3M1	70,16 1,074 ^a	$\pm$	3,91 0,275 ^d	$\pm$	15,17 $\pm$ 0,898 ^b	5,76 (<i>failure</i>)
T3M2	70,91 0,544 ^a	$\pm$	2,20 0,113 ^c	$\pm$	14,04 $\pm$ 0,841 ^{ab}	4,10 (<i>pass</i>)
T3M3	70,80 0,134 ^a	$\pm$	1,27 $\pm$ 0,028 ^{ab}		13,19 $\pm$ 0,134 ^a	3,96 (<i>pass</i>)

Keterangan: notasi dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$) pada taraf uji *Duncan*

Hasil uji *Duncan* pada tingkat kecerahan (L*) menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada perlakuan kontrol dan T2M1 serta pada perlakuan T3M1, T3M2, dan T3M3. Namun terdapat perbedaan nyata pada perlakuan kontrol dan T3M1; kontrol dan T3M2; kontrol dan T3M3; T2M1 dan T3M1; T2M1 dan T3M2; T2M1 dan T3M3. Tingkat kecerahan pada serbuk okra hijau paling tinggi terdapat pada perlakuan kontrol (74,70) dan tingkat kecerahan paling rendah terdapat pada perlakuan T3M1 (70,16).

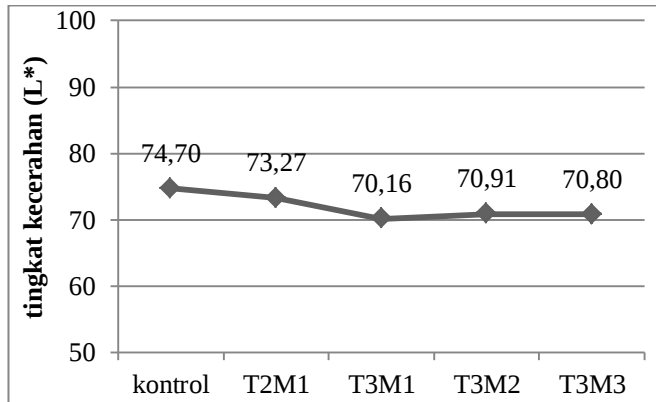
Hasil uji *Duncan* pada tingkat kemerahan (a*) menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada perlakuan T3M3 dengan kontrol dan T2M1. Namun terdapat perbedaan nyata pada perlakuan kontrol, T2M1, T3M1 dan

T3M2. Tingkat kemerahan serbuk okra hijau paling tinggi terdapat pada perlakuan T3M1 (3,91) dan tingkat kemerahan paling rendah terdapat pada perlakuan kontrol (0,82).

Hasil uji *Duncan* pada tingkat kekuningan (b*) menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata pada perlakuan kontrol dan T3M3; T2M1 dan T3M1; serta pada perlakuan T3M2 dengan kontrol, T2M1, T3M1, dan T3M3. Namun terdapat perbedaan nyata pada perlakuan kontrol dan T2M1, kontrol dan T3M1, T3M3 dan T2M1 serta T3M3 dan T3M1. Tingkat kekuningan serbuk okra hijau paling tinggi terdapat pada perlakuan T2M1 (15,19) dan tingkat kekuningan paling rendah terdapat pada T3M3 (13,19).

Hasil pengukuran warna serbuk okra hijau menggunakan alat *color reader* dapat dilihat pada Gambar berikut:

a) Tingkat kecerahan (L*)

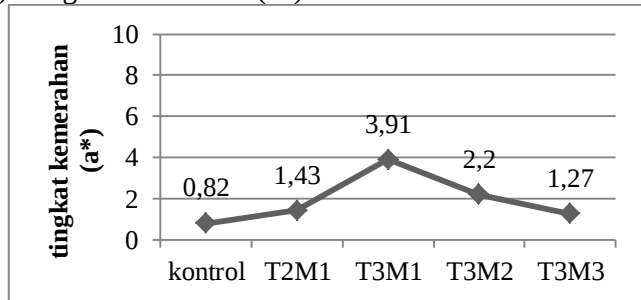


Gambar 15. Tingkat kecerahan (L*) serbuk

Berdasarkan grafik diatas diperoleh nilai tingkat kecerahan (L^*) berkisar antara 70,80-74,70. Tingkat kecerahan paling tinggi terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 74,70; sedangkan tingkat kecerahan paling rendah terdapat pada perlakuan T3M1 (putih telur 20% dan maltodekstrin 10%) sebesar 70,16. Tingkat kecerahan berkaitan dengan penambahan konsentrasi bahan penstabil atau maltodekstrin (Falade & Adeniyi, 2021). Keberadaan maltodekstrin dapat meningkatkan nilai kecerahan (L^*). Hal ini karena maltodekstrin memiliki warna putih terang sehingga ketika dicampur dengan sari okra hijau yang berwarna hijau pekat maka akan menghasilkan warna serbuk hijau terang. Pada perlakuan penambahan putih telur 20% dan maltodekstrin yang berbeda (10%,15%,20%) menghasilkan tingkat kecerahan (L^*) yang tidak berbeda nyata yaitu T3M1 (70,16), T3M2 (70,91), T3M3 (70,80).

Penambahan maltodekstrin dari 10% ke 15% hanya menaikkan tingkat kecerahan sebesar 0,60; sedangkan pada perlakuan penambahan putih telur 15% dan maltodekstrin 10% menghasilkan tingkat kecerahan yang lebih tinggi, karena putih telur dapat melindungi serbuk dari reaksi *mailard* akibat pemanasan sehingga menghasilkan warna yang lebih cerah (Haryanto, 2016).

b) Tingkat kemerahan (a^*)



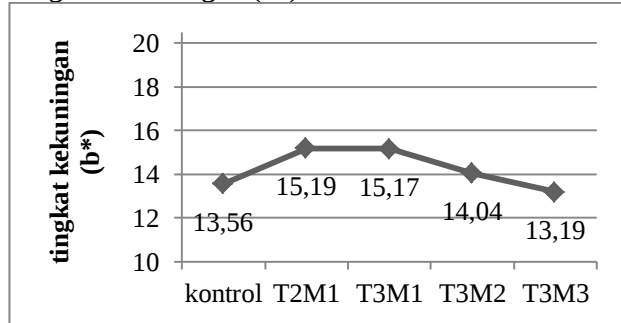
Gambar 16. Tingkat kemerahan (a^*) serbuk

Berdasarkan grafik diatas diperoleh nilai tingkat kemerahan berkisar antara 0,81-3,91. Tingkat kemerahan paling tinggi terdapat pada perlakuan T3M1 (putih telur 20% dan maltodekstrin 10%) sebesar 3,91; sedangkan tingkat kemerahan paling rendah terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 0,82. Tingkat kemerahan mengalami peningkatan pada perlakuan T2M1 (putih telur 15% dan maltodekstrin 10%) sebesar 1,43; dan 3,91 pada perlakuan T3M1 (putih telur 20% dan maltodekstrin 10%).

Peningkatan nilai a^* (kemerahan) disebabkan oleh terjadinya reaksi organik yang melibatkan reaksi kimia akibat panas antara protein pada busa putih telur dan karbohidrat (gula pereduksi) pada sari okra hijau dan maltodekstrin yang kemudian menghasilkan warna kecoklatan, sehingga nilai a^* meningkat. Disamping itu, tingkat kemerahan juga mengalami penurunan pada perlakuan T3M2 (putih telur 20% dan maltodekstrin 15%) yaitu sebesar yaitu 2,2; dan 1,27 pada perlakuan T3M3 (putih telur 20% dan maltodekstrin

20%). Penurunan ini disebabkan karena maltodekstrin memiliki warna putih terang, sehingga ketika konsentrasinya semakin tinggi maka warna kemerahan yang dihasilkan semakin menurun.

c) Tingkat kekuningan (b^*)



Gambar 17. Tingkat kekuningan (b^*) serbuk

Berdasarkan grafik diatas diperoleh nilai tingkat kekuningan berkisar 13,19-15,17. Tingkat kekuningan paling tinggi terdapat pada perlakuan T2M1 (penambahan putih telur 15% dan maltodekstrin 10%) sebesar 15,19; sedangkan tingkat kekuningan paling rendah terdapat pada perlakuan T3M3 (penambahan putih telur 20% dan maltodekstrin 20%) sebesar 13,19. Tingkat kekuningan mengalami kenaikan pada perlakuan T2M1 (putih telur 15% dan maltodekstrin 10%) sebesar 15,19; dan 15,17 pada perlakuan T3M1 (putih telur 20% dan maltodekstrin 10%), dan mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi maltodekstrin yaitu 14,05 pada perlakuan T3M2 (putih telur 20% dan malrodekstrin 15%) dan

13,19 pada perlakuan T3M3 (putih telur 20% dan maltodekstrin 20%).

Berdasarkan tabel 20, meskipun nilai L^* , a^* , b^* pada masing-masing perlakuan menunjukkan beberapa perbedaan, pengukuran warna menggunakan *color reader* menunjukan nilai ΔE (total perbedaan warna dengan kontrol) pada masing-masing perlakuan T2M1 yaitu 2,34 (*pass*); T3M1 yaitu 5,76 (*failure*), T3M2 4,10 (*pass*); dan T3M3 3,96 (*pass*). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pada perlakuan T2M1, T3M2, dan T3M3 menghasilkan warna serbuk yang serupa dengan perlakuan kontrol yaitu berwarna hijau cerah kekuningan, sedangkan pada perlakuan T3M1 kurang menyerupai yaitu berwarna hijau kecoklatan.

Warna hijau pada okra berasal dari pigmen klorofil yang terkandung dalam okra hijau (Agustin *et al.*, 2015). Jika okra segar maupun sari okra berwarna hijau tua, namun ketika menjadi serbuk maka menjadi hijau muda atau hijau terang. Perubahan warna terjadi akibat adanya penambahan atau pencampuran maltodekstrin yang berwarna putih terang (Osama *et al.*, 2022).

Penyebab warna pada perlakuan T3M1 tidak serupa dengan warna serbuk kontrol adalah diduga karena adanya reaksi *mailard*, yaitu reaksi perubahan warna yang disebabkan oleh adanya reaksi kimia akibat panas antara protein dan karbohidrat selama proses pengeringan berlangsung. Hal ini lah yang menyebabkan nilai a^* pada perlakuan T3M1 tinggi. Reaksi *mailard* terjadi

karena adanya interaksi antara karbohidrat khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer. Reaksi tersebut menghasilkan warna yang kurang dikehendaki. Pencoklatan pada bahan makanan yang mengandung karbohidrat dipercepat oleh pengaruh suhu pengeringan sehingga komponen gula pereduksi akan membentuk senyawa berwarna coklat (Agustin *et al.*, 2015).

D. ANALISIS KANDUNGAN GIZI SERBUK OKRA HIJAU

1. Kadar Air

Air merupakan suatu komponen yang terdapat dalam bahan dan dinyatakan dalam persen. Kadar air dalam suatu bahan makanan merupakan salah satu komponen penting karena berpengaruh pada kualitas bahan makanan. Air merupakan media yang berfungsi sebagai penunjang kehidupan mikroorganisme maupun berbagai reaksi fisikokimia (Daud *et al.*, 2019).

Rendahnya kadar air yang terkandung dalam bahan makanan dapat menghambat reaksi fisikokimia dan pertumbuhan mikroorganisme, sehingga umur simpan bahan akan semakin lama karena pertumbuhan mikroorganisme lambat. Disamping itu, proses pembusukan akan semakin cepat apabila kadar air dalam bahan tinggi, hal ini karena cepatnya pertumbuhan mikroorganisme. Menurut SNI 01-4320-1996 kadar air pada produk serbuk adalah maksimal 3,0%.

Analisis kadar air dilakukan dengan metode gravimetri. Metode ini berprinsip pada penguapan air dalam bahan melalui pemanasan pada suhu 110°C selama 3-5 jam sampai seluruh air yang terkandung menguap yang

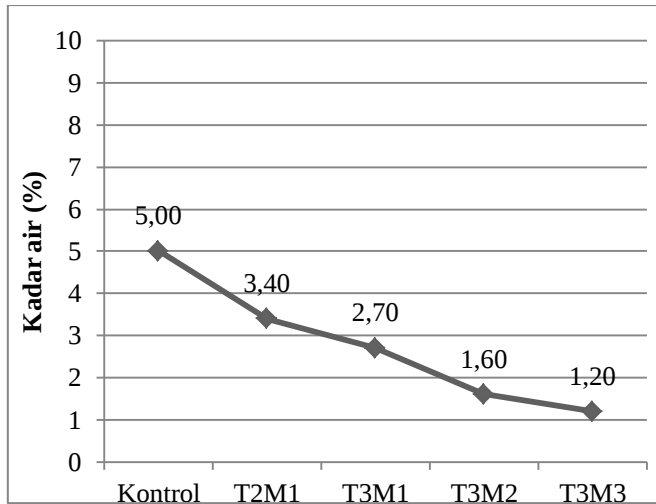
ditandai dengan tercapainya berat konstan (Rauf, 2015). Hasil pengujian kadar air pada serbuk okra hijau dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Hasil analisis kadar air serbuk

Perlakuan	Rata-rata (%) $\pm$ SD	P (value)
T3M3	1,20 $\pm$ 0,282 ^a	0,002
T3M2	1,60 $\pm$ 0,141 ^{ab}	
T3M1	2,70 $\pm$ 0,282 ^{bc}	
T2M1	3,40 $\pm$ 0,282 ^c	
Kontrol	5,00 $\pm$ 0,848 ^d	

Keterangan: notasi dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$) pada taraf uji *Duncan*

Hasil uji ANOVA menunjukkan $p < 0,05$ dan H_0 ditolak sehingga terdapat pengaruh nyata pada konsentrasi putih telur dan maltodekstrin yang berbeda terhadap nilai kadar air. Uji *Duncan* dilakukan untuk mengetahui kelompok mana saja yang signifikan. Hasil uji *Duncan* menunjukkan perbedaan nyata pada perlakuan kontrol, T2M1, dan T3M3. Namun tidak berbeda nyata pada perlakuan T3M1 dengan T2M1, serta T3M2 dengan T3M1 dan T3M3. Kadar air paling tinggi terdapat pada perlakuan kontrol, sedangkan kadar air paling rendah terdapat pada perlakuan T3M3 (putih telur 20% dan maltodekstrin 20%). Nilai kadar air pada serbuk okra hijau dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Rata-rata kadar air serbuk

Berdasarkan grafik diatas terlihat bahwa nilai kadar air serbuk okra hijau berkisar antara 1,20-5,00%. Semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin (10%, 15%, 20%) menyebabkan kadar air semakin menurun yaitu 3,40% (T2M1); 2,70% (T3M1); 1,60% (T3M2); dan 1,20% (T3M3). Pada Gambar 18 menunjukan bahwa peningkatan penambahan konsentrasi maltodekstrin menyebabkan kadar air semakin menurun. Hal ini karena maltodekstrin mampu mengikat air pada bahan, sehingga ketika konsentrasi maltodekstrin meningkat maka jumlah gugus hidroksilnya akan semakin banyak, hal ini menyebabkan adsorpsi uap air semakin bertambah dan ketika dikeringkan kadar air pada produk akan menurun. Sejalan dengan penelitian Yuliawaty & Susanto (2015) pada pembuatan serbuk daun mengkudu, diketahui bahwa peningkatan konsentrasi maltodekstrin menyebabkan kadar air semakin menurun.

Penurunan kadar air juga terjadi pada serbuk minuman secang seiring dengan peningkatan konsentrasi maltodekstrin dan putih telur (Retnaningsih & Tari, 2014).

Pada penambahan konsentrasi putih telur 15% dan 20% menghasilkan nilai kadar air yang berbeda meskipun konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan sama yaitu 10%, dimana pada konsentrasi putih telur 15% menghasilkan kadar air yang lebih tinggi yaitu 3,40% dibanding dengan putih telur 20% yaitu 2,70%. Hal ini dikarenakan putih telur dapat membentuk busa berongga yang menyebabkan perubahan luas permukaan dan volume menjadi lebih besar, sehingga ketika proses pengeringan berlangsung air yang terkandung akan lebih mudah menguap. Busa yang lebih banyak dapat mempercepat pengeringan, sehingga serbuk okra hijau yang dihasilkan memiliki kadar air lebih rendah dengan waktu pengeringan yang sama. Hasil ini sejalan dengan penelitian Retnaningsih & Tari (2014) bahwa peningkatan konsentrasi putih telur menyebabkan nilai kadar air semakin menurun.

Pada penelitian ini, kadar air serbuk pada perlakuan kontrol memiliki nilai kadar air paling tinggi yaitu 5,00%. Hal ini terjadi karena proses pengeringan perlakuan kontrol menggunakan sinar matahari langsung yang dipancarkan secara radiasi, dimana suhu yang diberikan lebih rendah dibandingkan dengan suhu oven pada pengeringan *foam mat drying*. Kadar air dalam suatu bahan lebih cepat menguap/berkurang ketika dipanaskan pada suhu yang lebih tinggi, oleh karena itu kadar air pada perlakuan kontrol lebih tinggi daripada perlakuan dengan *foam mat drying*. Dari hasil pengukuran tersebut diketahui bahwa kadar air serbuk okra hijau pada perlakuan T3M1,

T3M2, dan T3M3 telah sesuai dengan SNI 01-4320-1996 pada produk serbuk yaitu <3%, sedangkan pada perlakuan kontrol dan T2M1 masih belum sesuai dengan ketentuan SNI kadar air produk serbuk karena >3%.

2. Kadar Abu

Kadar abu merupakan zat anorganik sisa dari hasil proses pembakaran/pengabuan pada suatu bahan pangan. Kadar abu menunjukkan jumlah total mineral yang terkandung dalam bahan pangan tersebut (Sudarmadji *et al.*, 2010). Fungsi dari mineral adalah sebagai zat pengatur dan pembangun dalam tubuh. Kadar abu pada produk minuman serbuk menurut SNI 01-4320-1996 adalah maksimal 1,5%. Semakin tinggi kadar abu yang terkandung maka kualitas dari suatu bahan akan semakin kurang baik (Pangestuti & Darmawan, 2021).

Analisis kadar abu dilakukan dengan metode pengabuan langsung menggunakan alat tanur (*furnace*). Analisis kadar abu dilakukan sebagai indikator untuk mengetahui mutu pada berbagai bahan pangan. Metode pengabuan langsung berprinsip pada pembakaran bahan pada suhu tinggi (550°C-600°C) selama 5-6 jam kemudian ditimbang. Tujuannya adalah untuk mengetahui kandungan mineral total dalam bahan (Sudarmadji *et al.*, 2010). Hasil pengukuran kadar abu serbuk okra hijau dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Hasil analisis kadar abu serbuk

Perlakuan	Rata-rata (%) $\pm$ SD	P (value)
Kontrol	1,96 $\pm$ 1,385 ^a	0,476
T2M1	0,96 $\pm$ 0,035 ^a	
T3M1	0,97 $\pm$ 0,000 ^a	
T3M2	0,96 $\pm$ 0,021 ^a	

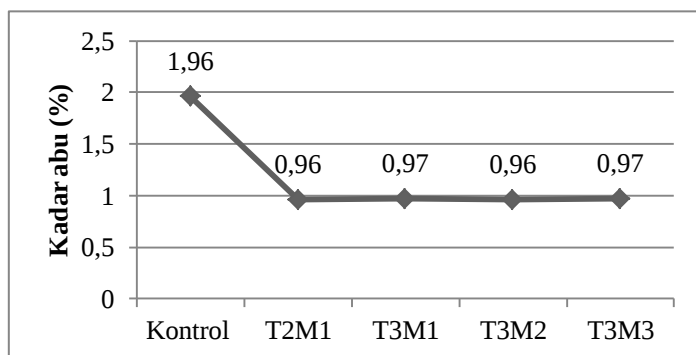
T3M3	$0,97 \pm 0,028^a$
Keterangan: notasi dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$) pada taraf uji <i>Duncan</i>	

Hasil uji ANOVA menunjukkan $p > 0,05$ dan H_0 diterima sehingga tidak terdapat pengaruh nyata pada perlakuan konsentrasi putih telur dan maltodekstrin yang berbeda terhadap nilai kadar abu (T2M1, T3M1, T3M2, T3M3) dan kontrol, oleh karena itu uji lanjut *Duncan* tidak dilakukan. Berdasarkan Tabel 22, kadar abu pada masing-masing perlakuan yaitu kontrol (1,96%), T2M2 (0,96%), T3M1 (0,97%), T3M2 (0,96%), dan T3M3 (0,97%).

Pada penelitian ini, perlakuan serbuk kontrol menunjukkan nilai kadar abu paling tinggi. Hal tersebut dikarenakan okra hijau mengandung berbagai mineral yang cukup tinggi. Menurut *United States Departement of Agriculture*, dalam 100 gr okra mengandung 82 mg kalsium, 57 mg magnesium, 61 mg fosfor, dan 0,62 mg besi, oleh karena itu serbuk okra hijau mencapai 1,96%. Diketahui bahwa kandungan mineral dan kadar abu saling berhubungan, dimana tingginya kadar abu pada suatu bahan menunjukkan bahwa bahan tersebut mengandung mineral yang lebih banyak.

Disamping hal tersebut, kadar abu pada perlakuan dengan *foam mat drying* menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda pada masing-masing perlakuan yaitu berkisar antara 0,96-0,97%, hasil ini lebih rendah dibanding dengan serbuk kontrol. Penurunan kadar abu pada penelitian ini terjadi karena okra yang digunakan pada pengeringan *foam mat drying* berbentuk sari okra hijau, dimana proses pengolahan dapat mengurangi kandungan gizi pada satu

bahan, sedangkan pada perlakuan kontrol okra yang digunakan adalah okra segar yang tidak melalui proses penyaringan. Pada pengeringan *foam mat drying* selain dari okra hijau, penambahan putih telur juga berkontribusi pada nilai kadar abu karena putih telur mengandung berbagai mineral seperti besi, fosfor, magnesium, dan mineral lainnya. Pada kombinasi penambahan putih telur dan maltodekstrin menghasilkan nilai kadar abu yang tidak berbeda secara signifikan yaitu hanya 0,1%. Diketahui maltodekstrin tidak memiliki kandungan mineral, sehingga tidak berpengaruh pada nilai kadar abu. Hasil pengukuran nilai kadar abu dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Rata-rata kadar abu serbuk

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai kadar abu pada perlakuan kontrol (1,96%), T2M2 (0,96%), T3M1 (0,97%), T3M2 (0,96%), dan T3M3 (0,97%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar abu serbuk okra hijau dengan metode *foam mat drying* telah sesuai standar SNI 01-4320-1996 yaitu $<1,5\%$, sedangkan kadar abu pada serbuk kontrol masih belum sesuai dengan SNI.

3. Serat Pangan

Serat merupakan komponen polimer karbohidrat dengan jumlah monomer sepuluh atau lebih yang terdapat pada dinding sel tumbuhan dan tidak dapat dicerna oleh enzim di usus halus manusia (Kendall *et al.*, 2010). Definisi lain serat pangan yaitu suatu zat yang berasal dari tumbuhan (dinding sel tumbuhan) berupa selulosa, hemiselulosa, pektin, dan lignin serta polisakarida intraseluler (gum dan musilage) yang tidak dapat dicerna oleh enzim dalam sistem pencernaan tubuh manusia (Slavin, 2013). Serat pangan yang dikonsumsi dapat menimbulkan reaksi fisiologis yang mampu memberikan manfaat bagi tubuh seperti menurunkan kadar kolesterol dalam darah, menambah massa feses serta menurunkan respon organik glikemik dari makanan (Santoso, 2011).

Analisis serat pangan dapat dilakukan dengan metode enzimatis gravimetri berdasarkan ketentuan AOAC. Metode enzimatis gravimetri digunakan untuk mengukur kandungan total serat pangan, serat larut dan serat tidak larut secara terpisah. Menurut (Horwitz & Latimer, 2005) proses utama pada metode ini yaitu penghilangan pati dan protein secara enzimatis, presipitasi komponen serat larut dengan etanol, pemisahan dan penimbangan residu, serta faktor koreksi protein dan abu dalam residu.

Metode ini memungkinkan analisis pada sampel dengan jumlah yang besar, waktu relatif lebih cepat dan lebih mudah. Analisis kandungan serat pangan pada serbuk okra hijau dengan metode enzimatis gravimetri dilakukan di Laboratorium PT. Saraswanti Indo Genetech

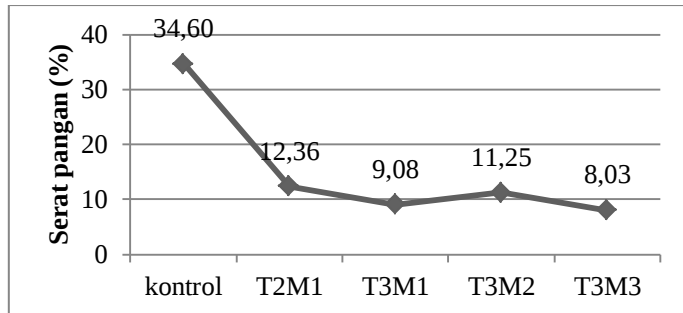
Bogor. Hasil analisis kandungan serat pangan pada serbuk okra hijau dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Hasil analisis serat pangan serbuk

Perlakuan	Rata-rata (%) ± SD	P (value)
T3M3	8,03 ± 0,042 ^a	0,000
T3M1	9,08 ± 0,021 ^b	
T3M2	11,25 ± 0,056 ^c	
T2M1	12,36 ± 0,127 ^d	
Kontrol	34,60 ± 0,042 ^e	

Keterangan: notasi dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$) pada taraf uji *Duncan*

Hasil uji ANOVA menunjukkan $p < 0,05$ dan H_0 ditolak, sehingga terdapat pengaruh nyata pada perlakuan konsentrasi putih telur dan maltodekstrin yang berbeda terhadap nilai serat pangan. Uji *Duncan* dilakukan untuk mengetahui kelompok mana saja yang signifikan. Hasil uji *Duncan* menunjukkan adanya perbedaan nyata pada seluruh perlakuan penambahan konsentrasi putih telur dan maltodekstrin (T2M1, T3M1, T3M2, T3M3) dan kontrol. Nilai serat pangan paling tinggi terdapat pada perlakuan kontrol (34,60%), sedangkan nilai serat pangan paling rendah terdapat pada perlakuan T3M3 (8,03%). Hasil pengukuran serat pangan dengan metode enzimatik gravimetri pada serbuk okra hijau dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Rata-rata serat pangan serbuk

Berdasarkan grafik diatas terlihat bahwa nilai serat pangan serbuk okra hijau dengan metode *foam mat drying* berkisar 8,03-12,36%, hasil ini lebih rendah dari perlakuan kontrol yaitu sebesar 34,6%. Menurut BPOM (2016) pada acuan label klaim gizi, suatu bahan pangan dapat disebut sebagai pangan sumber serat apabila mengandung serat pangan tidak kurang dari 3 gr/100 gr dan disebut tinggi serat apabila tidak kurang dari 6 gr/100 gr. Kadar serat pangan pada masing-masing perlakuan yaitu kontrol (34,60%), T2M1 (12,36%), T3M1 (9,08%), T3M2 (11,25%), dan T3M3 (8,03%). Perlakuan kontrol menghasilkan kadar serat pangan tertinggi (34,6%) dibanding dengan perlakuan penambahan putih telur dan maltodekstrin. Hal ini diduga karena pada perlakuan kontrol, okra yang dikeringkan langsung adalah bagian buah okra. Pada metode *foam mat drying*, bagian yang diambil hanya sari buah okra yang sebelumnya telah melalui proses penghalusan dan penyaringan untuk kemudian dikeringkan dengan menambahkan bahan pembusa dan bahan penstabil busa pada proses *foam mat drying*.

Menurut Muchtadi (2001) proses pengolahan dapat menurunkan kandungan serat dalam bahan pangan seperti pada buah dan sayur. Hal ini karena ketika buah atau sayur diolah dengan berbagai cara (*blanching*, rebus, tumis, dan lainnya) menyebabkan kandungan serat cenderung menurun terlebih pada serat larut. Semakin lama waktu pengolahan atau pemasakan akan menyebabkan penurunan serat lebih banyak karena pada proses tersebut terjadi pemecahan serat pangan yaitu selulosa menjadi rantai-rantai monosakarida. Proses penyaringan sari okra juga menyebabkan kandungan serat menurun, hal ini karena sebagian besar serat pangan akan tertinggal di dalam ampas yang tidak tersaring.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Perlakuan penambahan konsentrasi putih telur dan maltodekstrin menunjukkan pengaruh nyata pada sifat busa yang dihasilkan terhadap nilai densitas busa, volume ekspansi, dan fraksi udara, namun tidak berbeda nyata pada nilai stabilitas busa. Nilai densitas busa pada perlakuan terpilih T2M1 (0,67 gr/cm³); T3M1 (0,50 gr/cm³); T3M2 (0,61 gr/cm³); T3M3 (0,45 gr/cm³). Nilai volume ekspansi pada perlakuan terpilih T2M1 (0,8 cm³); T3M1 (1,5 cm³); T3M2 (1,2 cm³); T3M3 (2,0 cm³). Nilai fraksi udara pada perlakuan terpilih T2M1 (0,32 gr/cm³); T3M1 (0,49 gr/cm³); T3M2 (0,38 gr/cm³); T3M3 (0,55 gr/cm³). Nilai stabilitas busa pada perlakuan terpilih T2M1 (97,55 %); T3M1 (97,47%); T3M2 (97,21%); T3M3 (96,66%).
2. Perlakuan penambahan putih telur dan maltodekstrin yang berbeda menunjukkan adanya pengaruh terhadap karakteristik serbuk okra hijau meliputi rendemen, kelarutan, dan warna. Nilai rendemen pada perlakuan terpilih T2M1 (12,00 gr); T3M1 (13,50 gr); T3M2 (18,50 gr); T3M3 (21,00). Nilai kelarutan pada perlakuan terpilih T2M1 (90,15%); T3M1 (93,10%); T3M2 (93,15%); T3M3 (21,00). Pengukuran warna menghasilkan nilai ΔE pada masing-masing perlakuan T2M1 yaitu 2,34 (*pass*); T3M1 yaitu 5,76 (*failure*), T3M2 4,10 (*pass*); dan T3M3 3,96 (*pass*).

3. Perlakuan penambahan konsentrasi putih telur dan maltodekstrin yang berbeda menunjukkan adanya pengaruh terhadap kandungan gizi meliputi serat pangan dan kadar air serbuk, namun tidak berbeda nyata pada kadar abu. Nilai serat pangan pada perlakuan terpilih T2M1 (12,36%); T3M1 (9,08%); T3M2 (11,25%); T3M3 (8,03%). Nilai kadar air serbuk pada perlakuan terpilih T2M1 (3,40%); T3M1 (2,70%); T3M2 (1,60%); T3M3 (1,20%). Nilai kadar abu serbuk pada perlakuan terpilih T2M1 (0,96%); T3M1 (0,97%); T3M2 (0,96%); T3M3 (0,97%).

B. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Bagi peneliti lain
Diharapkan peneliti lain dapat menganalisis kandungan vitamin dan antioksidan dari serbuk okra hijau, mengingat okra hijau merupakan sayuran yang kaya akan zat gizi. Diharapkan juga peneliti lain dapat mengimplementasikan serbuk okra hijau sebagai bahan tambahan maupun substitusi pada olahan makanan lainnya.
2. Bagi masyarakat
Diharapkan masyarakat dapat memanfaatkan dan mengolah okra hijau dengan maksimal serta dapat mengaplikasikan metode *foam mat drying* pada bahan pangan lain.

DAFTAR PUSTAKA

- AACC. (2000). *Approved Methods of The American Association of Cereal Chemists*. American Association. 15th Edn. Arlington, USA.
- Abidin, A. F., Yuwono, S. S., & Maligan, J. M. (2019). Pengaruh Penambahan Maltodekstrin dan Putih Telur Terhadap Karakteristik Bubuk Kaldu Jamur. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 7(4), 53–61. <https://doi.org/https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2019.007.04.6>
- Adelakun, O. E., Oyelade, O. J., Ade-omowaye, B. I. O., Adeyemi, I. A., & Venter, M. Van De. (2009). Chemical Composition and The Antioxidative Properties of Nigerian Okra Seed (*Abelmoschus esculentus* Moench) Flour. *Food and Chemical Toxicology*, 47(6), 1123–1126. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.01.036>
- Adhayanti, I., & Ahmad, T. (2020). Karakter Mutu Fisik dan Kimia Serbuk Minuman Instan Kulit Buah Naga yang Diproduksi dengan Metode Pengeringan yang Berbeda. *Media Farmasi*, XVI(1), 57–64.
- Agustin, S., Priyanto, G., Hamzah, B., Santoso, B., & Paambayun, R. (2015). Pengaruh Modifikasi Proses Terhadap Kualitas Sensoris Kue Delapan Jam. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 26(2), 107–115.
- Agustina, N., Thohari, I., & Rosyidi, D. (2013). Evaluasi Sifat Putih Telur Ayam Pasteurisasi Ditinjau dari pH, Kadar Air, Sifat Emulsi dan Daya Kembang Angel Cake. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 23(2), 6–13.
- Agustina, Waluyo, & Widiyanti, F. L. (2020). Sifat Organoleptik dan Kadar Serat Pangan Mie Basah dengan Penambahan Tepung Okra Hijau (*Abelmoschus esculentum* L.). *Jurnal*

- Gizi*, 9(1), 131–141.
- Alam, S., & Khan, G. M. A. (2007). Chemical Analysis of Okra Bast Fiber (*Abelmoschus esculentus*) and Its Physico-chemical Properties. *Journal Of Textile And Apparel, Technology And Management*, 5(4).
- Aleissa, M. S., Al-zharani, M., Alneghery, L. M., Hasnain, S., Almutairi, B., Ali, D., Alarifi, S., & Alkahtani, S. (2022). Comparative Study of The Antidiabetic Effect of Mucilage and Seed Extract of *Abelmoschus esculentus* Against Streptozotocin-induced Diabetes in Rat Model. *Journal of King Saud University - Science*, 34(8), 102297. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102297>
- Aliyah, Q., & Handayani, M. N. (2019). Penggunaan Gum Arab Sebagai Bulking Agent pada Pembuatan Serbuk Instan Labu Kuning dengan Menggunakan Metode Foam Mat Drying. *EDUFORTECH*, 4(2).
- Almatsier, S. (2009). *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Alrasid, R. (2022). Pertumbuhan dan Produksi Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) dengan Pemberian Pupuk Npk 15-15-15 dan Pupuk Kandang Kambing. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian [JIMTAN]*, 2(1), 1–14.
- Amaliah, I., Nahariyah, Fattah, H., & Hikmaah. (2017). Karakteristik Fungsional Telur Sisa Hasil Penetasan yang Difermentasi Menggunakan *Saccharomyces cereviceae* pada Level yang Berbeda. *JITP*, 5(2), 107–112.
- Ansori, F. A. Z., Sarofa, U., & Anggreini, R. A. (2022). Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin dan Putih Telur Terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Sup Krim Instan Labu Kuning (*Curcubita moschata*). *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi*

- Pertanian*, 13(2), 198–207.
<https://doi.org/10.35891/tp.v13i2.3108>
- AOAC. (2005). *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist*. The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Ariska, S. B., & Utomo, D. (2020). Kualitas Minuman Serbuk Instan Sereh (*Cymbopogon citratus*) dengan Metode Foam Mat Drying. *Teknologi Pangan: Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah*, 11(1), 42–51.
- Artarini, A., & Adnyana, I. K. (2019). *Antidiabetic Activity of Okra (Abelmoschus esculentus L .) Fruit Extract*. 12(1), 157–167.
- Asiah, N., & Djaeni, M. (2021). *Konsep Dasar Proses Pengeringan Pangan*. AE Publishing. <http://aepublishing.id>
- Asiah, N., Sembodo, R., & Prasetyaningum, A. (2012). Aplikasi Metode Foam Mat Drying pada Proses Pengeringan Spirulina. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 1(1), 461–467.
- Asokapandian, S., Venkatachalam, S., Swamy, G. J., & Kuppusamy, K. (2015). Optimization of Foaming Properties and Foam Mat Drying of Muskmelon Using Soy Protein. *Journal of Food Process Engineering*, 39 (6).
<https://doi.org/10.1111/jfpe.12261>
- Astawan, M. (2011). *Pangan Fungsional untuk Kesehatan yang Optimal*. Fakultas Teknologi Pertanian IPB.
- Aswari, A. W. (2011). *Rekayasa Proses Pengeringan Susu Bubuk dengan Metode Foam Mat Drying (Kajian Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Bahan Pengisi)*. Universitas Brawijaya Malang.
- Ayuningtyas, S. W. (2019). *Sifat Enjiniring Tepung Rebung Hasil Pengeringan Foam Mat Menggunakan Oven Microwave*.

Universitas Jember.

- Azizpour, M., Mohebbi, M., Khodaparast, M. H. H., & Varidi, M. (2014). Optimization of Foaming Parameters and Investigating the Effects of Drying Temperature on the Foam-Mat Drying of Shrimp (*Penaeus indicus*). *Drying Technology: An International Journal*, 32(February 2014), 37–41. <https://doi.org/10.1080/07373937.2013.794829>
- Azni, I. N., Amelia, J. R., Andriantini, A., & Rismawati, A. (2019). Karakteristik Kimia Minuman Okra dengan Penambahan Daun Stevia dan Ekstrak Jahe. *Jurnal Agroindustri Halal*, 5(April), 1–8.
- Benkovi, M., Pi, M., Jurinjak, A., Jurina, T., & Gajdo, J. (2019). Optimization of The Foam Mat Drying Process For Production of Cocoa Powder Enriched With Peppermint Extract. *LWT-Food Science And Technology*, 115(December 2018). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108440>
- BPOM. (2022). *Badan pengawas obat dan makanan republik indonesia*.
- Cakrawati, D., & Mustika. (2011). *Bahan Pangan*. Alfabeta: Bandung.
- Dahlan, M. S. (2014). *Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan: Diskripsif, Bivariat, dan Multivariat Dilengkapi Aplikasi Menggunakan SPSS* (Edisi 6). Epidemiologi Indonesia: Yogyakarta.
- Daud, A., Suriati, & Nuzulyati. (2019). Kajian Penerapan Faktor yang Mempengaruhi Akurasi Penentuan Kadar Air Metode Thermogravimetri. *Lutjanus*, 24 (2), 11–16.
- Dehghannya, J., Pourahmad, M., Ghanbarzadeh, B., & Ghaffari, H. (2018). Influence of Foam Thickness on Production of Lime Juice Powder During Foam Mat Drying: Experimental and Numerical Investigation. *Powder Technology*, 328,

- 470–484. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2018.01.034>
- Dev, N. (2013). *Preparation and Quality Evaluation of Funtional Drink Based on Papaya (Carica Papaya L.) Leaf and Pulp*. Bangladesh Agricultural University.
- Duerbeck, N. B., Dowling, D. D., & Duerbeck, J. M. (2016). Vitamin C: Promises Not Kept. *Obstetrical and Gynecological Survey*, 71(3), 187–193.
- Ekafitri, R., Surahman, D. N., & Afifah, N. (2016). Pengaruh Penambahan Dekstrin dan Albumen Telur (Putih Telur) Terhadap Mutu Tepung Pisang Matang. *Jurnal Litbang Industri*, 6(12), 13–24.
- Elwin, A. M. (2018). *Pengaruh Penambahan Maltodextrin dan Putih Telur Terhadap Karakteristik Cuko Pempek Menjadi Cuko Pempek Instan dengan Metode Foam Mat Drying*. Universitas Brawijaya.
- Falade, K. O., & Adeniyi, O. G. (2021). Instant Soups From Cowpea Varieties Using Foam Mat Drying. *LWT*, 151(October 2020), 112191. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112191>
- Falade, K. O., & Omojola, B. S. (2010). Effect of Processing Methods on Physical, Chemical, Rheological, and Sensory Properties of Okra (*Abelmoschus esculentus*). *Food Bioprocess Technology*, 3(3), 387–394. <https://doi.org/10.1007/s11947-008-0126-2>
- Fan, S., Guo, L., Zhang, Y., Sun, Q., Yang, B., & Huang, C. (2013). Okra Polysaccharide Improves Metabolic Disorders in High-Fat Diet-Induced Obese C57BL/6 mice. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(11), 2075–2078. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201300054>
- Fauza, A., Djamiatun, K., & Baarri, A. N. Al. (2019). Studi Karakteristik dan Uji Aktivitas Antioksidan dari Tepung

- Buah Okra (*Abelmoschus esculentus*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(4), 137–142.
- Fauziana, A. (2016). *Pengaruh Perasan Buah Okra (Abelmochus esculentus L.) Terhadap Kadar Kolesterol Mencit (Mus musculus L.) BALB-C dan Pemanfaatannya Sebagai Leaflet*. Universitas Jember.
- Fazaeli, M., Emam-djomeh, Z., Ashtari, A. K., & Omid, M. (2012). Effect of Spray Drying Conditions and Feed Composition on The Physical Properties of Black Mulberry Juice Powder. *Food and Bioproducts Processing*, 90(4), 667–675. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2012.04.006>
- FDA (Food and Drugs Administration). (2007). *Labeling & Nutrition Guidance* <https://www.fda.gov/food/food-labeling-nutrition> (diakses pada tanggal 10Februari 2023).
- Febrianto, A., Kumalaningsih, S., & Aswari, A. W. (2012). Process Engineering of Drying Milk Powder With Foam Mat Drying Method , A Study of the Effect of the Concentration and Types of Filler. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2(4), 3588–3592.
- Franco, T. S., Perussello, C. A., Ellendersen, L. N., & Masson, M. L. (2016). Food Science and Technology Effects of Foam Mat Drying on Physicochemical and Microstructural Properties of Yacon Juice Powder. *LWT - Food Science and Technology*, 66, 503–513. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.11.009>
- Functional Food in the European Union. (2010). In A. J. Stein & E. Rodríguez-cerezo (Eds.), *JRC European Commission*. European Commision.
- Gemedé, H. F. (2011). *Effect of Traditional Processing Methods on Nutritional Composition and Anti-nutritional Factors of Anchote (Cocconia abyssinica (lam.) cogn) Grown in*

Western Ethiopia. Addis Adaba University.

- Gemedede, H. F., Haki, G. D., Beyene, F., Woldegiorgis, A. Z., & Rakshit, S. K. (2016). Proximate, Mineral, and Antinutrient Compositions of Indigenous Okra (*Abelmoschus esculentus*) Pod Accessions: Implications for Mineral Bioavailability. *Food Science & Nutrition*, 4(2), 223–233. <https://doi.org/10.1002/fsn3.282>
- Gemedede, H. F., & Ratta, N. (2014). Antinutritional Factors in Plant Foods: Potential Health Benefits and Adverse Effects. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3(4), 284–289. <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20140304.18>
- Handito, D., Saloko, S., Cicilia, S., & Siska, A. I. (2019). *Buku Ajar Pangan Fungsional*. Mataram University Press.
- Haryanto, B. (2016). Pengaruh Konsentrasi Putih Telur Terhadap Sifat Fisik, Kadar Antosianin dan Aktivitas Antioksidan Bubuk Instan Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Dengan Metode Foam Mat Drying. *Jurnal Kesehatan*, VII(1), 1–8.
- Henisa, N. (2020). *Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Okra (Abelmoschus esculentus L . Moench) dengan Pemberian Kompos Azolla*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.
- Horwitz, W., & Latimer, G. (2005). *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist*. The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Hunter, R. S. (1958). Photoelectric Color Difference Meter. *Journal of The Optical Society of America*, 48(12).
- ITIS (*Intregated Taxonomic Information System*)
[https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=T](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=T&search_value=21770#null)
[SN&search_value= 21770#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=T&search_value=21770#null) (diakses pada tanggal 12 November 2022).

- Izadi, Z., Mohebbi, M., Shahidi, F., Varidi, M., & Salahi, M. R. (2020). Cheese powder production and characterization : A foam-mat drying approach. *Food and Bioproducts Processing*, 123, 225–237. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.06.019>
- Janice, F. T., Pratiwi, I. D. P. K., & Wiadnyani, A. A. I. S. (2022). Pengaruh Perbandingan Ekstrak Okra Hijau (*Abelmoschus esculentus* L .) dan Karagenan Terhadap Karakteristik Permen Jeli. *Itepa: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 11(2), 280–288.
- Ji, E., & Pi, A. (2012). Effect of Drying Methods and Storage on the Physicochemical Properties of Okra. *Journal of Food Processing & Technology*, 3(8), 8–11. <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000177>
- Kamaruddin, I., Aisyah, I. S., Adriani, P., Mawarni, E. E., Kartikasari, M. N. D., Wahyuni, F., Caressa, D. A., Murdani, A. P., Masithah, S., Megasari, A. L., Kusuma, D. C. R., & Mardiana. (2022). *Gizi Dalam Daur Kehidupan* (Oktavianis & R. M. Sahara (Eds.)). Get Press.
- Kendall, C. W., Esfahani, A., & Jenkins, D. J. (2010). The Link Between Dietary Fibre and Human Health. *Food Hydrocolloids*, 24(1), 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.08.002>
- Khotimah, K. (2006). Pembuatan Susu Bubuk dengan Foam Mat Drying: Kajian Pengaruh Bahan Penstabil terhadap Kualitas Susu Bubuk. *Jurnal Protein*, 13(44–51).
- Knoerzer, K., & Muthukumarappan, K. (Eds.). (2020). *Innovative Food Processing Technologies: A Comprehensive Review*. Elsevier Sciences.
- Kumoro, A. C., & Alhanif, M. (2022). *Pencemar dalam Makanan: Sumber, Identifikasi, dan Mitigasi Bahayanya*.

Deepublish.

- Maryoto. (2019). *Manfaat Serat bagi Tubuh*. Alprin: Semarang.
- Miranti. (2020). Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan terhadap Mutu Permen Jelly Buah Nangka. *Agriland Jurnal Ilmu Pertanian*, 8(April), 116–120.
- Moradi, A., Tarrahi, M., Ghasempour, S., & Clark, C. C. T. (2020). The Effect of Okra (*Abelmoschus esculentus*) on Lipid Profiles and Glycemic Indices in Type 2 Diabetic Adults : Randomized Double Blinded Trials. *Wiley, May*, 1–8. <https://doi.org/10.1002/ptr.6782>
- Muchtadi. (2001). Sayuran Sebagai Sumber Serat Pangan untuk Mencegah Timbulnya Penyakit Degeneratif. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, XII(1), 61–71.
- Mujumdar, A. S., & Xiao, H. W. (Eds.). (2019). *Advanced Drying Technologies For Foods*. CRC Press.
- Muliyati, H., & Utami, R. P. (2020). *Buku Ajar Ilmu Bahan Makanan* (N. A. Rahma (Ed.)). Literasi Nusantara: Malang.
- Mulyani, T., Yulistiani, R., & Nopriyanti, M. (2014). Pembuatan Bubuk Sari Markisa dengan Metode Foam Mat Drying. *J. Rekapangan*, 8(1).
- Mulyoharjo, M. (2022). *Teknologi Pengawetan Pangan*. UI Press: Jakarta.
- Muthukumaran, A., Ratti, C., & Raghavan, V. G. S. (2008). Foam-Mat Freeze Drying of Egg White and Mathematical Modeling Part I Optimization of Egg White Foam Stability. *Drying Technology: An International Journal*, 26:4(February 2015), 37–41. <https://doi.org/10.1080/07373930801929581>
- Nikpayam, O., Safaei, E., Bahreini, N., & Saghafi-asl, M. (2021). The Effects of Okra (*Abelmoschus esculentus* L .) Products on Glycemic Control and Lipid Profile : a Comprehensive

- Systematic Review. *Journal of Functional Foods*, 87, 104795. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104795>
- Nisa, A. (2021). *Pembuatan Fruitghurt Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus L) dengan Metode Foam Mat Drying*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Novianto, R., & Hartatik, S. (2021). Pengaruh Pemberian Cendawan Mikoriza Arbuscular (CMA) dan Dosis Pupuk P Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Okra (*Abelmoschus esculentus* L). *Jurnal Bioindustri*, 03(02), 601–612.
- Nurfadilah, G. (2019). *Pengaruh Perbandingan Nira Aren (Arenga pinnata merr) dengan Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus) dan Konsentrasi Tween 80 Terhadap Karakteristik Minuman Serbuk Instan Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus)*. Universitas Pasundan.
- Nusa, M. I. (2019). Kinetika Pengeringan Sari Buah Mengkudu dengan Metode Foam Mat Drying. *AGRITECH: Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 3(1), 28–36.
- Osama, K., Younis, K., Qadri, O. S., Parveen, S., & Siddiquni, M. H. (2022). Development of Under Utilized Kadam (*Neolamarckia cadamba*) Powder Using Foam Mat Drying. *LWT*, 154, 112782. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112782>
- Pangestuti, E. K., & Darmawan, P. (2021). Analisis Kadar Abu dalam Tepung Terigu dengan Metode Gravimetri. *Jurnal Kimia Dan Rekayasa*, 2 (1).
- Panighel, G., Ferrarese, I., Giovanna, M., Sut, S., Dall, S., & Ferri, N. (2022). Investigating The in Vitro mode of Action of Okra (*Abelmoschus esculentus*) as Hypcholesterolemic, Anti-inflammatory, and Antioxidant Food. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 5(July).
- PERMENKES Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Angka

- Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk Masyarakat Indonesia
- PerKa BPOM Nomor 1 Tahun 2022 Tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan
- Purbasari, D. (2019). Aplikasi Metode Foam Mat Drying Dalam Pembuatan Bubuk Susu Kedelai Instan. *Jurnal Agroteknologi*, 13(01).
- Puspitasari, R. (2006). *Sifat Fisik dan Fungsional Tepung Putih Telur Ayam Ras dengan Waktu Desugarisasi Berbeda*. Institut Pertanian Bogor.
- Puteri, D. H. R. (2019). *Analisis Aktifitas Antioksidan, Serat dan Daya Terima Puding Okra Hijau (Abelmoschus esculentus L.) dengan Penambahan Kedelai (Glycine max)*. Universitas Jember.
- Rachmat, M. (2016). *Metode Penelitian Gizi & Kesehatan*. EGC: Yogyakarta.
- Rahmawati, N., Saati, E. A., Wachid, M., & Manshur, H. A. (2020). *Studi Pembuatan Minuman Serbuk Ekstrak Mawar Merah dengan Metode Foam Mat Drying*.
- Rauf, R. (2015). *Kimia Pangan*. CV. Andi Offset: Yogyakarta.
- Retnaningsih, N., & Tari, A. I. (2014). Analisis Minuman Instan: Tinjauan Proporsi Putih Telur, Maltodextrin, dan Kelayakan Usahanya. *Agrin*, 18(2).
- Rohadi. (2009). *Sifat Fisik Bahan dan Aplikasinya dalam Industri Pangan*. Semarang University Press: Semarang.
- Rohman, A., & Sumantri. (2013). *Analisis Makanan*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Santoso, A. (2011). Serat Pangan (Dietary Fiber) dan Manfaatnya bagi Kesehatan. *Magistra*, 75, 35–40.
- Saragih, E. S. P. (2017). *Pengaruh Perbedaan Jenis Tanah Sebagai Media Tanam Terhadap Produksi Budidaya*

- Tanaman Okra Hijau (Abelmoschus esculentus L. Monech).*
Universitas Shanata Dharma Yogyakarta.
- Shihab, M. Q. (2002). *Tafsir Al Misbah (Pesan, Kesan dan Keserasian Al Quran) Volume 9.* Penebar Swadaya: Jakarta.
- Simanjuntak, R. D., & Gultom, T. (2018). Pertumbuhan Tanaman Okra Hijau (*Abelmoschus esculentus* L.) di KP Balista, Tongkoh Berastagi. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Dan Pembelajarannya.*
- Sindhu, R. K., & Puri, V. (2016). Phytochemical, Nutritional and Pharmacological Evidences for *Abelmoschus esculentus* (L.). *The Journal of Phytopharmacology*, 5(6), 238–241.
- Slavin, J. (2013). *Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits.* 5(4), 1417–1435.
<https://doi.org/10.3390/nu5041417>
- SNI 01-4320-1996 Serbuk minuman tradisional.* (1996).
- Srianta, I., & Trisnawati, C. Y. (2015). *Pengantar Teknologi Pengolahan Minuman.* Pustaka Pelajar: Yogyakarta.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. (2010). *Analisa Bahan Pangan dan Pertanian.* Liberty: Yogyakarta.
- Sunarti. (2017). *Serat Pangan dalam Penanganan Sindrom Metabolik.* Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Susanti, D. Y., Sediawan, W. B., Fahrurrozi, M., & Hidayat, M. (2021). Foam Mat Drying in The Encapsulation of Red Sorghum Extract: Effects of Xanthan Gum Addition on Foam Properties and Drying Kinetics. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 20(4), 270–279.
<https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.02.007>
- Suter, I. K. (2013). Pangan Fungsional dan Prospek Pengembangannya. *Pentingnya Makanan Alamiah (Natural Food) Untuk Kesehatan Jangka Panjang*, 1–17.
- Tabel Komposisi Pangan Indonesia.* (2018). Kementerian

Kesehatan RI.

- Tambunan, R. F. J. (2019). *Pembuatan Bubuk Kelapa dengan Menggunakan Teknologi Pengeringan Busa dan Analisis Karakteristik Fisiko-Kimianya*. Institut Pertanian Bogor.
- USDA *National Nutrient Database for Standard Reference* (2019). *US Department of Agriculture, Agricultural Research Service* <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169260/nutrients>
- Widyaningsih, T. D., Wijayanti, N., & Nugrahini, N. I. P. (2017). *Pangan Fungsional Aspek Kesehatan, Evaluasi, dan Regulasi*. UB Press.
- Widyasanti, A., Septianti, N. A., & Nurjanah, S. (2018). Pengaruh Penambahan Maltodextrin Terhadap Karakteristik Fisikokimia Bubuk Tomat Hasil Pengeringan Pembusaan (Foam Mat Drying). *Angrin*, 2(1), 22–38.
- Winarti, S. (2010). *Makanan Fungsional*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Yanuartono, Nururrozi, A., Indarjulianto, S., Purnamaningsih, H., & Raharjo, S. (2019). Metode Tradisional Pengolahan Bahan Pakan untuk Menurunkan Kandungan Faktor Antinutrisi: Review Singkat. *Jurnal Ilmu Ternak*, 19(2), 97–107. <https://doi.org/10.24198/jit.v19i2.23974>
- Yuliawaty, S. T., & Susanto, W. H. (2015). Pengaruh Lama Pengeringan dan Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Fisik Kimia Dan Organoleptik Minuman Instan Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(1), 41–51.
- Zencirkiran, M. (Ed.). (2019). *Trends In Landscape Agriculture, Forest And Natural Science*. Cambridge Scholars Publisher.
- Zhang, J., Zhao, Y., Ren, D., & Yang, X. (2020). Effect of Okra Fruit Powder Supplementation on Metabolic Syndrome and

- Gut Microbiota Diversity in High Fat Diet-Induced Obese Mice. *Food Research International*, 130(July 2019), 108929. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108929>
- Zim, A. F. M. I. U., Khatun, J., Khan, M. F., Hossain, M. A., & Haque, M. M. (2021). Evaluation of in Vitro Antioxidant Activity of okra Mucilage and its Antidiabetic and Antihyperlipidemic Effect in Alloxan- Induced Diabetic Mice. *Wiley Food and Nutrition*, 9 (12)(December 2020), 6854–6865. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2641>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data SPSS Sifat Busa Uji One Way ANOVA

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
densitas_busa	Between Groups	.269	8	.034	159.336	.000
	Within Groups	.002	9	.000		
	Total	.271	17			
volume_ekspansi	Between Groups	4.300	8	.538	967.500	.000
	Within Groups	.005	9	.001		
	Total	4.305	17			
fraksi_udara	Between Groups	.274	8	.034	440.268	.000
	Within Groups	.001	9	.000		
	Total	.275	17			
stabilitas_busa	Between Groups	29.053	8	3.632	2.660	.083
	Within Groups	12.289	9	1.365		
	Total	41.342	17			

a. Uji Lanjut *Duncan* Densitas Busa **densitas_busa**

Duncan^a

		Subset for alpha = 0.05						
perlakuan	N	1	2	3	4	5	6	7
T3M3	2	.4500						
T3M1	2		.5050					
T3M2	2			.6150				

T2M1	2				.6750			
T1M1	2					.7100		
T2M3	2					.7250		
T1M2	2					.7350		
T2M2	2						.8050	
T1M3	2							.8400
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	.134	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

b. Uji Lanjut *Duncan* Volume Ekspansi
volume_ekspansi

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
T1M1	2	.5000					
T1M2	2	.5000					
T2M2	2		.6000				
T1M3	2		.6000				
T2M1	2			.8000			
T2M3	2			.8500			
T3M2	2				1.2000		
T3M1	2					1.5000	
T3M3	2						2.0000
Sig.		1.000	1.000	.063	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

c. Uji Lanjut *Duncan* Fraksi Udara
fraksi_udara

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
T1M3	2	.1600							
T2M2	2		.1950						
T2M3	2			.2550					
T1M2	2			.2650					

T1M1	2				.2900				
T2M1	2					.3250			
T3M2	2						.3850		
T3M1	2							.4950	
T3M3	2								.5500
Sig.		1.000	1.000	.286	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

Lampiran 2. Data SPSS Uji Laboratorium

Uji One Way ANOVA

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
rendemen	Between Groups	135.400	4	33.850	169.250	.000
	Within Groups	1.000	5	.200		
	Total	136.400	9			
kelarutan	Between Groups	2682.534	4	670.633	24.173	.002
	Within Groups	138.715	5	27.743		
	Total	2821.249	9			
L	Between Groups	29.833	4	7.458	11.103	.011
	Within Groups	3.359	5	.672		
	Total	33.192	9			
a	Between Groups	11.862	4	2.965	65.418	.000
	Within Groups	.227	5	.045		
	Total	12.088	9			
b	Between Groups	6.724	4	1.681	5.318	.048

	Within Groups	1.581	5	.316		
	Total	8.305	9			
kadarAir	Between Groups	18.416	4	4.604	23.490	.002
	Within Groups	.980	5	.196		
	Total	19.396	9			
kadarAbu	Between Groups	1.576	4	.394	1.024	.476
	Within Groups	1.923	5	.385		
	Total	3.499	9			
seratPangan	Between Groups	978.912	4	244.728	52180.802	.000
	Within Groups	.023	5	.005		
	Total	978.935	9			

a. Uji Lanjut *Duncan* Rendemen
rendemen

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
kontrol	2	12.0000			
T2M1	2	12.0000			
T3M1	2		13.5000		
T3M2	2			18.5000	
T3M3	2				21.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

b. Uji Lanjut *Duncan* Kelarutan
kelarutan

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
kontrol	2	52.4500	
T2M1	2		90.1500
T3M1	2		93.1000
T3M2	2		93.1500
T3M3	2		96.1000
Sig.		1.000	.323

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

c. Uji Lanjut *Duncan* Warna (L*)
L

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
T3M1	2	70.1600	
T3M3	2	70.8050	
T3M2	2	70.9150	
T2M1	2		73.2700
kontrol	2		74.7050
Sig.		.410	.140

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

d. Uji Lanjut *Duncan* Warna (a*)
a

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
kontrol	2	.8200			
T3M3	2	1.2700	1.2700		
T2M1	2		1.4300		
T3M2	2			2.2000	

T3M1	2				3.9150
Sig.		.088	.486	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

e. Uji Lanjut *Duncan* Warna (b*)

b

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
T3M3	2	13.1950	
kontrol	2	13.5650	
T3M2	2	14.0450	14.0450
T3M1	2		15.1750
T2M1	2		15.1900
Sig.		.201	.105

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

f. Uji Lanjut *Duncan* Kadar Air

kadarAir

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
T3M3	2	1.2000			
T3M2	2	1.6000	1.6000		
T3M1	2		2.7000	2.7000	
T2M1	2			3.4000	
kontrol	2				5.0000
Sig.		.408	.056	.175	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

g. Uji Lanjut *Duncan* Serat Pangan
SeratPangan

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
T3M3	2	8.0300				
T3M1	2		9.0850			
T3M2	2			11.2500		
T2M1	2				12.2300	
kontrol	2					34.6000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

Lampiran 3. Hasil Analisis Sifat Busa

A. Densitas Busa

$$\text{Densitas busa} = \frac{M}{V}$$

Keterangan :

M = massa busa (gr)

V = volume akhir busa (cm³)

Perlakuan	Ulangan		Rata-rata densitas busa
	1	2	
T1M1	$\frac{53}{75}$ = 0,70	$\frac{54}{75}$ = 0,72	0,71 gr/cm ³
T2M1	$\frac{62}{90}$ = 0,68	$\frac{61}{90}$ = 0,67	0,67 gr/cm ³
T3M1	$\frac{64}{125}$ = 0,51	$\frac{63}{125}$ = 0,50	0,50 gr/cm ³
T1M2	$\frac{56}{75}$ = 0,74	$\frac{55}{75}$ = 0,73	0,735 gr/cm ³
T2M2	$\frac{64}{80}$ = 0,80	$\frac{65}{80}$ = 0,81	0,80 gr/cm ³

T3M2	$= \frac{69}{110}$ $= 0,62$	$= \frac{68}{110}$ $= 0,61$	0,61 gr/cm ³
T1M3	$= \frac{68}{80}$ $= 0,85$	$= \frac{67}{80}$ $= 0,83$	0,84 gr/cm ³
T2M3	$= \frac{67}{95}$ $= 0,70$	$= \frac{68}{90}$ $= 0,75$	0,72 gr/cm ³
T3M3	$= \frac{68}{150}$ $= 0,45$	$= \frac{68}{150}$ $= 0,45$	0,45 gr/cm ³

A. Volume Ekspansi

$$\text{Volume ekspansi} = \frac{V_f - V_0}{V_0}$$

Keterangan :

V_0 = volume awal zat cair (cm³)

V_f = volume akhir busa (cm³)

Formulasi	Ulangan		Rata-rata volume ekspansi
	1	2	
T1M1	$= \frac{75-50}{50} = \frac{25}{50}$ $= 0,5$	$= \frac{75-50}{50} = \frac{25}{50}$ $= 0,5$	0,50 cm ³
T2M1	$= \frac{90-50}{50} = \frac{40}{50}$ $= 0,8$	$= \frac{90-50}{50} = \frac{40}{50}$ $= 0,8$	0,80 cm ³
T3M1	$= \frac{125-50}{50} = \frac{75}{50}$ $= 1,5$	$= \frac{125-50}{50} = \frac{75}{50}$ $= 1,5$	1,50 cm ³
T1M2	$= \frac{75-50}{50} = \frac{25}{50}$ $= 0,5$	$= \frac{75-50}{50} = \frac{25}{50}$ $= 0,5$	0,50 cm ³
T2M2	$= \frac{80-50}{50} = \frac{30}{50}$ $= 0,6$	$= \frac{80-50}{50} = \frac{30}{50}$ $= 0,6$	0,60 cm ³
T3M2	$= \frac{110-50}{50} = \frac{60}{50}$ $= 1,2$	$= \frac{110-50}{50} = \frac{60}{50}$ $= 1,2$	1,20 cm ³
T1M3	$= \frac{80-50}{50} = \frac{30}{50}$ $= 0,6$	$= \frac{80-50}{50} = \frac{30}{50}$ $= 0,6$	0,60 cm ³
T2M3	$= \frac{95-50}{50} = \frac{45}{50}$	$= \frac{90-50}{50} = \frac{40}{50}$	0,85 cm ³

	= 0,9	= 0,8	
T3M3	$= \frac{150-50}{50} = \frac{100}{50}$ = 2,0	$= \frac{150-50}{50} = \frac{100}{50}$ = 2,0	2,00 cm ³

B. Fraksi Udara

$$\text{Fraksi udara} = 1 - \frac{\rho_{ft}}{\rho_{f0}}$$

Keterangan :

ρ_{ft} = massa jenis (g/cm³) busa pada waktu pengocokan

ρ_{f0} = massa jenis (g/cm³) bahan cair awal

Formulasi	Ulangan		Rata-rata fraksi udara
	1	2	
T1M1	$= 1 - \frac{0,70}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{70}{100}$ $= \frac{30}{100}$ $= \frac{3}{10}$ $= 0,3$	$= 1 - \frac{0,72}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{72}{100}$ $= \frac{28}{100}$ $= \frac{2,8}{10}$ $= 0,28$	0,290 g/cm ³
T2M1	$= 1 - \frac{0,68}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{68}{100}$ $= \frac{32}{100}$ $= \frac{3,2}{10}$ $= 0,32$	$= 1 - \frac{0,67}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{67}{100}$ $= \frac{33}{100}$ $= \frac{3,3}{10}$ $= 0,33$	0,325 g/cm ³
T3M1	$= 1 - \frac{0,51}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{51}{100}$ $= \frac{49}{100}$ $= \frac{4,9}{10}$ $= 0,49$	$= 1 - \frac{0,50}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{50}{100}$ $= \frac{50}{100}$ $= \frac{5}{10}$ $= 0,50$	0,495 g/cm ³
T1M2	$= 1 - \frac{0,74}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{74}{100}$ $= \frac{26}{100}$ $= \frac{2,6}{10}$ $= 0,26$	$= 1 - \frac{0,73}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{73}{100}$ $= \frac{27}{100}$ $= \frac{2,7}{10}$ $= 0,27$	0,265 g/cm ³

	$= 0,26$	$= 0,27$	
T2M2	$= 1 - \frac{0,80}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{80}{100}$ $= \frac{20}{100}$ $= \frac{2}{10}$ $= 0,2$	$= 1 - \frac{0,81}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{81}{100}$ $= \frac{19}{100}$ $= \frac{1,9}{10}$ $= 0,19$	$0,195 \text{ g/cm}^3$
T3M2	$= 1 - \frac{0,62}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{62}{100}$ $= \frac{38}{100}$ $= \frac{3,8}{10}$ $= 0,38$	$= 1 - \frac{0,61}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{61}{100}$ $= \frac{39}{100}$ $= \frac{3,9}{10}$ $= 0,39$	$0,385 \text{ g/cm}^3$
T1M3	$= 1 - \frac{0,85}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{85}{100}$ $= \frac{15}{100}$ $= \frac{1,5}{10}$ $= 0,15$	$= 1 - \frac{0,83}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{83}{100}$ $= \frac{17}{100}$ $= \frac{1,7}{10}$ $= 0,17$	$0,160 \text{ g/cm}^3$
T2M3	$= 1 - \frac{0,70}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{70}{100}$ $= \frac{30}{100}$ $= \frac{3}{10}$ $= 0,3$	$= 1 - \frac{0,75}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{75}{100}$ $= \frac{25}{100}$ $= \frac{2,5}{10}$ $= 0,25$	$0,275 \text{ g/cm}^3$
T3M3	$= 1 - \frac{0,45}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{45}{100}$ $= \frac{55}{100}$ $= \frac{5,5}{10}$ $= 0,55$	$= 1 - \frac{0,45}{1}$ $= \frac{100}{100} - \frac{45}{100}$ $= \frac{55}{100}$ $= \frac{5,5}{10}$ $= 0,55$	$0,550 \text{ g/cm}^3$

C. Stabilitas Busa

$$\text{Stabilitas busa (\%)} = \frac{V_i}{V_f} \times 100$$

Keterangan :

V_i = volume busa awal

V_f = volume akhir busa

For- mulasi	Ula- ngan	Waktu (menit)	Volume busa awal (cm)	Volume busa akhir (cm)	Stabi- litas	Rata- rata stabilita s busa
T1M1	1	30	30,00	28,90	$\frac{28,90}{30,00}$ $\times 100$ $=0,96$ $3 \times$ 100 $=96,3$ 3%	91,10%
		30		28,80	$\frac{28,80}{30,00}$ $\times 100$ $=0,96$ $\times 100$ $=96\%$	
		30		28,80	$\frac{28,80}{30,00}$ $\times 100$ $=0,96$ $\times 100$ $=96\%$	
		30		28,80	$\frac{28,80}{30,00}$ $\times 100$ $=0,96$ $\times 100$ $=96\%$	
		30		28,70	$\frac{28,70}{30,00}$ $\times 100$ $=0,95$ $6 \times$	

					100 =95,6 6%	
		30		28,70	$\frac{28,70}{30,00}$ x 100 =0,95 6 x 100 =95,6 6%	
	2	30	30,00	28,90	$\frac{28,90}{30,00}$ x 100 =0,96 3 x 100 =96,3 3%	95,88%
		30		28,80	$\frac{28,80}{30,00}$ x 100 =0,96 x 100 =96%	
		30		28,80	$\frac{28,80}{30,00}$ x 100 =0,96 x 100 =96%	
		30		28,70	$\frac{28,70}{30,00}$ x 100 =0,95 6 x 100 =95,6 6%	
		30		28,70	$\frac{28,70}{30,00}$ x 100	

					$=0,95$ $6 \times$ 100 $=95,6$ 6%	
		30		28,70	$= \frac{28,70}{30,00}$ $\times 100$ $=0,95$ $6 \times$ 100 $=95,6$ 6%	
T2M1	1	30	31,00	30,70	$= \frac{30,70}{31,00}$ $\times 100$ $=0,99$ $0 \times$ 100 $=99\%$	97,70%
		30		30,50	$= \frac{30,50}{31,00}$ $\times 100$ $=0,98$ $3 \times$ 100 $=98,3$ 8%	
		30		30,20	$= \frac{30,20}{31,00}$ $\times 100$ $=0,97$ $4 \times$ 100 $=97,4$ 1%	
		30		30,20	$= \frac{30,20}{31,00}$ $\times 100$ $=0,97$ $4 \times$ 100	

					=97,4 1%	
		30		30,10	$= \frac{30,10}{31,00} \times 100$ =0,97 0 x 100 =97,0 0%	
		30		30,10	$= \frac{30,10}{31,00} \times 100$ =0,97 0 x 100 =97,0 0%	
		30		30,10	$= \frac{30,10}{31,00} \times 100$ =0,97 0 x 100 =97,0 0%	
	2	30	31,00	30,70	$= \frac{30,70}{31,00} \times 100$ =0,99 0 x 100 =99%	97,41%
		30		30,50	$= \frac{30,50}{31,00} \times 100$ =0,98 3 x 100 =98,3 8%	
		30		30,50	$= \frac{30,50}{31,00} \times 100$ =0,98 3 x 100 =98,3 8%	

		30		30,20	$\begin{array}{r} \frac{=30,20}{31,00} \\ \times 100 \\ =0,97 \\ 4 \times \\ 100 \\ =97,4 \\ 1\% \end{array}$	
		30		28,70	$\begin{array}{r} \frac{=28,70}{30,00} \\ \times 100 \\ =0,95 \\ 6 \times \\ 100 \\ =95,6 \\ 6\% \end{array}$	
		30		28,70	$\begin{array}{r} \frac{=28,70}{30,00} \\ \times 100 \\ =0,95 \\ 6 \times \\ 100 \\ =95,6 \\ 6\% \end{array}$	
T3M1	1	30	34,50	33,00	$\begin{array}{r} \frac{=33,00}{34,50} \\ \times 100 \\ =0,98 \\ 5 \times \\ 100 \\ =98,5 \\ 0\% \end{array}$	97,28%
		30		33,80	$\begin{array}{r} \frac{=33,80}{34,50} \\ \times 100 \\ =0,97 \\ 9 \times \\ 100 \\ =97,9 \\ 7\% \end{array}$	

		30		33,70	$\begin{array}{r} \frac{33,70}{34,50} \\ \times 100 \\ =0,97 \\ 6 \times \\ 100 \\ =97,6 \\ 8\% \end{array}$	
		30		33,30	$\begin{array}{r} \frac{33,30}{34,50} \\ \times 100 \\ =0,96 \\ 5 \times \\ 100 \\ =96,5 \\ 2\% \end{array}$	
		30		33,30	$\begin{array}{r} \frac{33,30}{34,50} \\ \times 100 \\ =0,96 \\ 5 \times \\ 100 \\ =96,5 \\ 2\% \end{array}$	
		30		33,30	$\begin{array}{r} \frac{33,30}{34,50} \\ \times 100 \\ =0,96 \\ 5 \times \\ 100 \\ =96,5 \\ 2\% \end{array}$	
	2	30	34,50	33,00	$\begin{array}{r} \frac{33,00}{34,50} \\ \times 100 \\ =0,98 \\ 5 \times \\ 100 \\ =98,5 \\ 0\% \end{array}$	97,47%
		30		33,80	$\frac{33,80}{34,50}$	

					$\times 100$ $=0,97$ $9 \times$ 100 $=97,9$ 7%	
		30		33,70	$=\frac{33,70}{34,50}$ $\times 100$ $=0,97$ $6 \times$ 100 $=97,6$ 8%	
		30		33,70	$=\frac{33,70}{34,50}$ $\times 100$ $=0,97$ $6 \times$ 100 $=97,6$ 8%	
		30		33,30	$=\frac{33,30}{34,50}$ $\times 100$ $=0,96$ $5 \times$ 100 $=96,5$ 2%	
		30		33,30	$=\frac{33,30}{34,50}$ $\times 100$ $=0,96$ $5 \times$ 100 $=96,5$ 2%	
T1M2	1	30	30,00	28,90	$=\frac{28,90}{30,00}$ $\times 100$ $=0,96$	96,16%

					$3 \times 100 = 96,3$ 3%	
		30		28,90	$= \frac{28,90}{30,00}$ $\times 100 = 0,96$ $3 \times 100 = 96,3$ 3%	
		30		28,90	$= \frac{28,90}{30,00}$ $\times 100 = 0,96$ $3 \times 100 = 96,3$ 3%	
		30		28,80	$= \frac{28,80}{30,00}$ $\times 100 = 0,96$ $\times 100 = 96\%$	
		30		28,80	$= \frac{28,80}{30,00}$ $\times 100 = 0,96$ $\times 100 = 96\%$	
		30		28,80	$= \frac{28,80}{30,00}$ $\times 100 = 0,96$ $\times 100 = 96\%$	
	2	30	30,00	28,90	$= \frac{28,90}{30,00}$ $\times 100 = 0,96$	96,16%

					$3 \times 100 = 96,3\%$	
		30		28,90	$= \frac{28,90}{30,00} \times 100 = 0,96\%$ $3 \times 100 = 96,3\%$	
		30		28,90	$= \frac{28,90}{30,00} \times 100 = 0,96\%$ $3 \times 100 = 96,3\%$	
		30		28,80	$= \frac{28,80}{30,00} \times 100 = 0,96\%$ $\times 100 = 96\%$	
		30		28,80	$= \frac{28,80}{30,00} \times 100 = 0,96\%$ $\times 100 = 96\%$	
		30		28,80	$= \frac{28,80}{30,00} \times 100 = 0,96\%$ $\times 100 = 96\%$	
T2M2	1	30	30,50	30,20	$= \frac{30,20}{30,50} \times 100 = 0,99$	96,93%

					$0 \times 100 = 99,0$ 1%	
		30		30,20	$\frac{30,20}{30,50}$ $\times 100 = 99,0$ 1%	
		30		30,00	$\frac{30,00}{30,50}$ $\times 100 = 98,3$ 6%	
		30		29,00	$\frac{29,00}{30,50}$ $\times 100 = 95,0$ 8%	
		30		29,00	$\frac{29,00}{30,50}$ $\times 100 = 95,0$ 8%	
		30		29,00	$\frac{29,00}{30,50}$ $\times 100 = 95,0$ 8%	

					=95,0 8%	
	2	30	30,50	30,20	$=\frac{30,20}{30,50}$ $\times 100$ $=0,99$ 0 x 100 $=99,0$ 1%	97,48%
		30		30,20	$=\frac{30,20}{30,50}$ $\times 100$ $=0,99$ 0 x 100 $=99,0$ 1%	
		30		30,00	$=\frac{30,00}{30,50}$ $\times 100$ $=0,98$ 3 x 100 $=98,3$ 6%	
		30		30,00	$=\frac{30,00}{30,50}$ $\times 100$ $=0,98$ 3 x 100 $=98,3$ 6%	
		30		29,00	$=\frac{29,00}{30,50}$ $\times 100$ $=0,95$ 0 x 100 $=95,0$ 8%	

		30		29,00	$\begin{aligned} &= \frac{29,00}{30,50} \\ &\times 100 \\ &= 0,95 \\ &0 \times \\ &100 \\ &= 95,0 \\ &8\% \end{aligned}$	
T3M2	1	30	33,00	32,80	$\begin{aligned} &= \frac{32,80}{33,00} \\ &\times 100 \\ &= 0,99 \\ &3 \times \\ &100 \\ &= 99,3 \\ &9\% \end{aligned}$	97,32%
		30		32,50	$\begin{aligned} &= \frac{32,50}{33,00} \\ &\times 100 \\ &= 0,98 \\ &4 \times \\ &100 \\ &= 98,4 \\ &8\% \end{aligned}$	
		30		32,20	$\begin{aligned} &= \frac{32,20}{33,00} \\ &\times 100 \\ &= 0,97 \\ &5 \times \\ &100 \\ &= 97,5 \\ &7\% \end{aligned}$	
		30		31,80	$\begin{aligned} &= \frac{31,80}{33,00} \\ &\times 100 \\ &= 0,96 \\ &3 \times \\ &100 \\ &= 96,3 \\ &6\% \end{aligned}$	
		30		31,70	$\begin{aligned} &= \frac{31,70}{33,00} \end{aligned}$	

					$\times 100$ $=0,96$ $0 \times$ 100 $=96,0$ 6%	
		30		31,70	$=\frac{31,70}{33,00}$ $\times 100$ $=0,96$ $0 \times$ 100 $=96,0$ 6%	
	2	30	33,00	32,50	$=\frac{32,50}{33,00}$ $\times 100$ $=0,98$ $4 \times$ 100 $=98,4$ 8%	97,11%
		30		32,50	$=\frac{32,50}{33,00}$ $\times 100$ $=0,98$ $4 \times$ 100 $=98,4$ 8%	
		30		32,20	$=\frac{32,20}{33,00}$ $\times 100$ $=0,97$ $5 \times$ 100 $=97,5$ 7%	
		30		31,70	$=\frac{31,70}{33,00}$ $\times 100$ $=0,96$	

					$0 \times 100 = 96,0\%$	
		30		31,70	$= \frac{31,70}{33,00} \times 100 = 0,96$ $0 \times 100 = 96,0\%$	
		30		31,70	$= \frac{31,70}{33,00} \times 100 = 0,96$ $0 \times 100 = 96,0\%$	
T1M3	1	30	30,50	29,90	$= \frac{29,90}{30,50} \times 100 = 0,98$ $0 \times 100 = 98,0\%$	95,35%
		30		29,60	$= \frac{29,60}{30,50} \times 100 = 0,97$ $0 \times 100 = 97,0\%$	
		30		29,50	$= \frac{29,50}{30,50} \times 100 = 0,96$ 7×100	

					=96,7 2%	
		30		28,00	$=\frac{28,00}{30,50}$ x 100 =0,91 8 x 100 =91,8 0%	
		30		28,60	$=\frac{28,60}{30,50}$ x 100 =0,93 7 x 100 =93,7 7%	
		30		28,60	$=\frac{28,60}{30,50}$ x 100 =0,93 7 x 100 =93,7 7%	
	2	30	30,50	29,90	$=\frac{29,90}{30,50}$ x 100 =0,98 0 x 100 =98,0 3%	94,36%
		30		29,60	$=\frac{29,60}{30,50}$ x 100 =0,97 0 x 100 =97,0 4%	

		30		28,00	$\begin{array}{r} \frac{=28,00}{30,50} \\ \times 100 \\ =0,91 \\ 8 \times \\ 100 \\ =91,8 \\ 0\% \end{array}$	
		30		28,00	$\begin{array}{r} \frac{=28,00}{30,50} \\ \times 100 \\ =0,91 \\ 8 \times \\ 100 \\ =91,8 \\ 0\% \end{array}$	
		30		28,60	$\begin{array}{r} \frac{=28,60}{30,50} \\ \times 100 \\ =0,93 \\ 7 \times \\ 100 \\ =93,7 \\ 7\% \end{array}$	
		30		28,60	$\begin{array}{r} \frac{=28,60}{30,50} \\ \times 100 \\ =0,93 \\ 7 \times \\ 100 \\ =93,7 \\ 7\% \end{array}$	
T2M3	1	30	31,00	29,70	$\begin{array}{r} \frac{=29,70}{30,00} \\ \times 100 \\ =0,95 \\ 8 \times \\ 100 \\ =95,8 \\ 0\% \end{array}$	96,66%
		30		29,60	$\frac{=29,60}{30,00}$	

					$\times 100$ $=0,95$ $4 \times$ 100 $=95,4$ 8%	
		30		29,50	$=\frac{29,50}{30,00}$ $\times 100$ $=0,98$ $3 \times$ 100 $=98,3$ 3%	
		30		29,50	$=\frac{29,50}{30,00}$ $\times 100$ $=0,98$ $3 \times$ 100 $=98,3$ 3%	
		30		29,30	$=\frac{29,30}{30,00}$ $\times 100$ $=0,94$ $5 \times$ 100 $=94,5$ 1%	
		30		29,30	$=\frac{29,30}{30,00}$ $\times 100$ $=0,94$ $5 \times$ 100 $=94,5$ 1%	
	2	30	31,00	29,70	$=\frac{29,70}{30,00}$ $\times 100$ $=0,95$	96,16%

					$8 \times 100 = 95,80\%$	
		30		29,60	$= \frac{29,60}{30,00} \times 100 = 0,9548\%$	
		30		29,50	$= \frac{29,50}{30,00} \times 100 = 0,9833\%$	
		30		29,50	$= \frac{29,50}{30,00} \times 100 = 0,9833\%$	
		30		29,30	$= \frac{29,30}{30,00} \times 100 = 0,9417\%$	
		30		29,30	$= \frac{29,30}{30,00} \times 100 = 0,9417\%$	

					=94,5 1%	
T3M3	1	30	37,00	36,60	$=\frac{36,60}{37,00}$ x 100 =0,98 9 x 100 =98,9 1%	96,57%
		30		36,20	$=\frac{36,20}{37,00}$ x 100 =0,97 8 x 100 =97,8 3%	
		30		35,70	$=\frac{35,70}{37,00}$ x 100 =0,96 4 x 100 =96,4 8%	
		30		35,30	$=\frac{35,30}{37,00}$ x 100 =0,95 4 x 100 =95,4 0%	
		30		35,30	$=\frac{35,30}{37,00}$ x 100 =0,95 4 x 100 =95,4 0%	

		30		35,30	$\frac{35,30}{37,00}$ $\times 100$ $=0,95$ $4 \times$ 100 $=95,4$ 0%	
	2	30	37,00	36,60	$\frac{36,60}{37,00}$ $\times 100$ $=0,98$ $9 \times$ 100 $=98,9$ 1%	96,75%
		30		36,60	$\frac{36,60}{37,00}$ $\times 100$ $=0,98$ $9 \times$ 100 $=98,9$ 1%	
		30		35,70	$\frac{35,70}{37,00}$ $\times 100$ $=0,96$ $4 \times$ 100 $=96,4$ 8%	
		30		35,30	$\frac{35,30}{37,00}$ $\times 100$ $=0,95$ $4 \times$ 100 $=95,4$ 0%	
		30		35,30	$\frac{35,30}{37,00}$	

					$\times 100$ $=0,95$ $4 \times$ 100 $=95,4$ 0%	
		30		35,30	$=\frac{35,30}{37,00}$ $\times 100$ $=0,95$ $4 \times$ 100 $=95,4$ 0%	

Lampiran 4. Hasil Analisis Data Laboratorium

A. Rendemen

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat akhir produk kering}}{\text{berat awal bahan cair}} \times 100$$

Formulasi	Ulangan		Rata-rata rendemen
	1	2	
Kontrol	$=\frac{12}{100} \times 100$ $=12\%$	$=\frac{12}{100} \times 100$ $=12\%$	12,00%
T3M1	$=\frac{14}{100} \times 100$ $=14\%$	$=\frac{13}{100} \times 100$ $=13\%$	13,50%
T3M2	$=\frac{18}{100} \times 100$ $=18\%$	$=\frac{19}{100} \times 100$ $=19\%$	18,50%
T3M3	$=\frac{21}{100} \times 100$ $=21\%$	$=\frac{21}{100} \times 100$ $=21\%$	21,00%
T2M1	$=\frac{12}{100} \times 100$ $=12\%$	$=\frac{21}{100} \times 100$ $=12\%$	12,00%

B. Kelarutan

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

Keterangan :

Berat awal = berat awal sampel

Berat akhir = selisih kertas saring sebelum penyaringan dan setelah penyaringan

Formulasi	Ulangan		Rata-rata kelarutan
	1	2	
Kontrol	$= \frac{0,50 - 0,23}{0,50} \times 100$ $= \frac{0,27}{0,50} \times 100$ $= 0,54 \times 100$ $= 54\%$	$= \frac{0,51 - 0,24}{0,51} \times 100$ $= \frac{0,26}{0,51} \times 100$ $= 0,509 \times 100$ $= 50,9\%$	52,45%
T3M1	$= \frac{0,51 - 0,04}{0,51} \times 100$ $= \frac{0,47}{0,51} \times 100$ $= 0,921 \times 100$ $= 92,1\%$	$= \frac{0,51 - 0,03}{0,51} \times 100$ $= \frac{0,48}{0,51} \times 100$ $= 0,941 \times 100$ $= 94,1\%$	93,10%
T3M2	$= \frac{0,50 - 0,03}{0,50} \times 100$ $= \frac{0,47}{0,50} \times 100$ $= 0,94 \times 100$ $= 94\%$	$= \frac{0,52 - 0,04}{0,52} \times 100$ $= \frac{0,48}{0,52} \times 100$ $= 0,923 \times 100$ $= 92,3\%$	93,15%
T3M3	$= \frac{0,52 - 0,01}{0,52} \times 100$ $= \frac{0,51}{0,52} \times 100$ $= 0,980 \times 100$ $= 98\%$	$= \frac{0,52 - 0,03}{0,52} \times 100$ $= \frac{0,49}{0,52} \times 100$ $= 0,942 \times 100$ $= 94,2\%$	96,10%
T2M1	$= \frac{0,51 - 0,09}{0,51} \times 100$ $= \frac{0,42}{0,51} \times 100$ $= 0,823 \times 100$ $= 82,3\%$	$= \frac{0,50 - 0,01}{0,50} \times 100$ $= \frac{0,49}{0,50} \times 100$ $= 0,98 \times 100$ $= 98\%$	90,15%

C. Warna

L^* (kecerahan) = $dt + Lt$

a^* (kemeralahan) = $da + at$

b^* (kekuningan) = $db + bt$

Formulasi	Ulangan	Parameter warna		
		L	a*	b*
T2M1	1	2,21+75,66 =73,45	0,38+1,08 =1,46	1,78+13,41 =15,19
	2	-0,66+73,75 =73,09	0,84+0,56 =1,40	1,47+13,72 =15,19
T3M1	1	-4,74+75,66 =70,92	2,64+1,08 =3,72	1,13+13,41 =14,54
	2	-4,35+73,75 =69,40	3,55+0,56 =4,11	2,09+13,72 =15,81
T3M2	1	-4,36+75,66 =71,30	1,20+1,08 =2,28	0,04+13,41 =13,45
	2	-3,22+73,75 =70,53	1,56+0,56 =2,12	0,92+13,72 =14,64
T3M3	1	-4,95+75,66 =70,71	0,21+1,08 =1,29	-0,31+13,41 =13,10
	2	-2,85+73,75 =70,90	0,69+0,56 =1,25	-0,43+13,72 =13,29

D. Kadar air

Kadar air (%) = $\frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100$

Keterangan :

berat awal = berat sampel sebelum dikeringkan

Berat akhir = (berat cawan + sampel setelah dikeringkan) – berat cawan

Formulasi	Ulangan		Rata-rata kadar air
	1	2	
Kontrol	$= \frac{5,00-4,78}{5,00} \times 100$ $= \frac{0,22}{5,00} \times 100$ $= 0,044 \times 100$ $= 4,4\%$	$= \frac{5,00-4,72}{5,00} \times 100$ $= \frac{0,28}{5,00} \times 100$ $= 0,056 \times 100$ $= 5,6\%$	5,00%
T2M1	$= \frac{5,00-4,82}{5,00} \times 100$ $= \frac{0,18}{5,00} \times 100$ $= 0,036 \times 100$ $= 3,6\%$	$= \frac{5,00-4,84}{5,00} \times 100$ $= \frac{0,16}{5,00} \times 100$ $= 0,032 \times 100$ $= 3,2\%$	3,40%
T3M1	$= \frac{5,00-4,87}{5,00} \times 100$ $= \frac{0,13}{5,00} \times 100$ $= 0,026 \times 100$ $= 2,6\%$	$= \frac{5,00-4,86}{5,00} \times 100$ $= \frac{0,14}{5,00} \times 100$ $= 0,028 \times 100$ $= 2,8\%$	2,70%
T3M2	$= \frac{5,00-4,91}{5,00} \times 100$ $= \frac{0,09}{5,00} \times 100$ $= 0,018 \times 100$ $= 1,8\%$	$= \frac{5,00-4,93}{5,00} \times 100$ $= \frac{0,07}{5,00} \times 100$ $= 0,014 \times 100$ $= 1,4\%$	1,60%
T3M3	$= \frac{5,00-4,95}{5,00} \times 100$ $= \frac{0,05}{5,00} \times 100$ $= 0,01 \times 100$ $= 1\%$	$= \frac{5,00-4,93}{5,00} \times 100$ $= \frac{0,07}{5,00} \times 100$ $= 0,014 \times 100$ $= 1,4\%$	1,20%

E. Kadar abu

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{W_2 - W_0}{W_1 - W_0} \times 100$$

Keterangan :

W0 = berat cawan kosong

W1 = berat cawan + sampel sebelum pengabuan

W2 = berat cawan + sampel setelah pengabuan

Formulasi	Ulangan		Rata-rata kadar abu
	1	2	
Kontrol	$= \frac{25,70 - 25,64}{27,68 - 25,64} \times 100$ $= \frac{0,06}{2,04} \times 100$ $= 0,029 \times 100$ $= 2,94\%$	$= \frac{17,32 - 17,30}{19,34 - 17,30} \times 100$ $= \frac{0,02}{2,04} \times 100$ $= 0,0098 \times 100$ $= 0,98\%$	1,96%
T3M1	$= \frac{16,92 - 16,90}{18,95 - 16,90} \times 100$ $= \frac{0,02}{2,05} \times 100$ $= 0,0097 \times 100$ $= 0,97\%$	$= \frac{16,34 - 16,32}{18,37 - 16,32} \times 100$ $= \frac{0,02}{2,05} \times 100$ $= 0,0097 \times 100$ $= 0,97\%$	0,97%
T3M2	$= \frac{16,53 - 16,51}{18,61 - 16,51} \times 100$ $= \frac{0,02}{2,1} \times 100$ $= 0,009 \times 100$ $= 0,95\%$	$= \frac{19,98 - 19,96}{21,99 - 19,96} \times 100$ $= \frac{0,02}{2,03} \times 100$ $= 0,009 \times 100$ $= 0,98\%$	0,96%
T3M3	$= \frac{15,72 - 15,70}{15,79 - 15,70} \times 100$ $= \frac{0,02}{2,09} \times 100$ $= 0,0095 \times 100$ $= 0,95\%$	$= \frac{16,27 - 16,25}{18,35 - 16,25} \times 100$ $= \frac{0,02}{2,04} \times 100$ $= 0,0099 \times 100$ $= 0,99\%$	0,97%
T2M1	$= \frac{17,46 - 17,44}{19,56 - 17,44} \times 100$ $= \frac{0,02}{2,12} \times 100$ $= 0,0094 \times 100$ $= 0,94\%$	$= \frac{19,05 - 19,03}{21,04 - 19,03} \times 100$ $= \frac{0,02}{2,01} \times 100$ $= 0,0099 \times 100$ $= 0,99\%$	0,96%

F. Serat Pangan



28.1/F-PP Revisi 4

RESULT OF ANALYSIS / LAPORAN HASIL UJI

I. Number / Nomor		
1.1. Order No. / No. Order	:	SIG.MARK.R.X.2023.001296
1.2. Certificate No. / No. sertifikat	:	SIG.LHPX.2023.091449241
II. Principal / Pelanggan		
2.1. Name / Nama	:	Laila Nur Baiti
2.2. Address / Alamat	:	Mangkang Wetan, Tugu, Semarang (Pondok Pesantren Uswatun Hasanah Putri) 50156
2.3. Phone / Telepon	:	+6285325751505
2.4. Contact Person / Personil Penghubung	:	Laila Nur Baiti
III. Sample / Contoh Uji		
3.1. Sample Code / Kode Sampel	:	-
3.2. Batch Number / No Batch	:	-
3.3. Lot Number / No Lot	:	-
3.4. Packaging / Kemasan	:	-
3.5. Production Date / Tanggal Produksi	:	-
3.6. Expire Date / Tanggal Kadaluarsa	:	-
3.7. Factory Name / Nama Pabrik	:	-
3.8. Factory Address / Alamat Pabrik	:	-
3.9. Trade Mark / Nama Dagang	:	-
3.10. Sample Name / Nama Sample	:	Kontrol
3.11. Other Information / Keterangan Lain	:	-
3.12. Date of Sampling / Tanggal Sampling	:	-
3.13. Sampling Location / Lokasi Sampling	:	-
3.14. Method Sampling / Metode Sampling	:	-
3.15. Personnel Sampling / Personil Sampling	:	-
3.16. Environmental Conditions / Kondisi Lingkungan	:	-
3.17. Date of Acceptance / Diterima	:	02 Oktober 2023
3.18. Date of Analysis / Tanggal Uji	:	02 Oktober 2023 - 09 Oktober 2023
3.19. Type of Analysis / Jenis Uji	:	Terlampir
IV. Result / Hasil Uji		

Result of Analysis | Page 1 of 2

PT SARASWANTI INDO GENETECH
Graha SIG, Jl. Rasmala No. 20 Taman Yasmin Bogor 16113
Tel. +62 251 7532 348 Hotline. +62 821 11 516 516
www.siglaboratory.com

The results of these tests relate only to the sample(s) submitted.
This report shall not be reproduced except in full context,
without the written approval of PT. Saraswanti Indo Genetech

No	Parameter	Unit	Simplo	Duplo	Limit Of Detection	Method
1	Serat Pangan	%	34.63	34.57	-	18-8-6-2/MU/SMM-SIG

Bogor, 09 Oktober 2023
PT. Saraswanti Indo Genetech



Dwi Yulianto Laksono, S.Si
General Laboratory Manager

RESULT OF ANALYSIS / LAPORAN HASIL UJI

I. Number / Nomor	
1.1. Order No. / No. Order	: SIG.MARK.R.X.2023.001296
1.2. Certificate No. / No. sertifikat	: SIG.LHP.X.2023.091449245
II. Principal / Pelanggan	
2.1. Name / Nama	: Laila Nur Baiti
2.2. Address / Alamat	: Mangkang Wetan, Tugu, Semarang (Pondok Pesantren Uswatun Hasanah Putri) 50156
2.3. Phone / Telepon	: +6285325751505
2.4. Contact Person / Personil Penghubung	: Laila Nur Baiti
III. Sample / Contoh Uji	
3.1. Sample Code / Kode Sampel	: -
3.2. Batch Number / No Batch	: -
3.3. Lot Number / No Lot	: -
3.4. Packaging / Kemasan	: -
3.5. Production Date / Tanggal Produksi	: -
3.6. Expire Date / Tanggal Kadaluarsa	: -
3.7. Factory Name / Nama Pabrik	: -
3.8. Factory Address / Alamat Pabrik	: -
3.9. Trade Mark / Nama Dagang	: -
3.10. Sample Name / Nama Sample	: T2M1
3.11. Other Information / Keterangan Lain	: -
3.12. Date of Sampling / Tanggal Sampling	: -
3.13. Sampling Location / Lokasi Sampling	: -
3.14. Method Sampling / Metode Sampling	: -
3.15. Personnel Sampling / Personil Sampling	: -
3.16. Environmental Conditions / Kondisi Lingkungan	: -
3.17. Date of Acceptance / Diterima	: 02 Oktober 2023
3.18. Date of Analysis / Tanggal Uji	: 02 Oktober 2023 - 09 Oktober 2023
3.19. Type of Analysis / Jenis Uji	: Terlampir
IV. Result / Hasil Uji	

No	Parameter	Unit	Simplo	Duplo	Limit Of Detection	Method
1	Serat Pangan	%	12.32	12.14	-	18-8-6-2/MU/SMM-SIG

Bogor, 09 Oktober 2023
PT. Saraswanti Indo Genetech



Dwi Yulianto Laksono, S.Si
General Laboratory Manager



Result Of Analysis | Page 2 of 2

PT SARASWANTI INDO GENETECH
Graha SIG Jl. Rasamala No. 20 Taman Yasmin Bogor 16113
Tel. +62 251 7532 348 Hotline. +62 821 11 516 516
www.siglaboratory.com

The results of these tests relate only to the sample(s) submitted.
This report shall not be reproduced except in full context,
without the written approval of PT. Saraswanti Indo Genetech

RESULT OF ANALYSIS / LAPORAN HASIL UJI

I. Number / Nomor	
1.1. Order No. / No. Order	: SIG.MARK.R.X.2023.001296
1.2. Certificate No. / No. sertifikat	: SIG.LHPX.2023.091449242
II. Principal / Pelanggan	
2.1. Name / Nama	: Laila Nur Baiti
2.2. Address / Alamat	: Mangkang Wetan, Tugu, Semarang (Pondok Pesantren Uswatun Hasanah Putri) 50156
2.3. Phone / Telepon	: +6285325751505
2.4. Contact Person / Personil Penghubung	: Laila Nur Baiti
III. Sample / Contoh Uji	
3.1. Sample Code / Kode Sampel	: -
3.2. Batch Number / No Batch	: -
3.3. Lot Number / No Lot	: -
3.4. Packaging / Kemasan	: -
3.5. Production Date / Tanggal Produksi	: -
3.6. Expire Date / Tanggal Kadaluausa	: -
3.7. Factory Name / Nama Pabrik	: -
3.8. Factory Address / Alamat Pabrik	: -
3.9. Trade Mark / Nama Dagang	: -
3.10. Sample Name / Nama Sample	: T3M1
3.11. Other Information / Keterangan Lain	: -
3.12. Date of Sampling / Tanggal Sampling	: -
3.13. Sampling Location / Lokasi Sampling	: -
3.14. Method Sampling / Metode Sampling	: -
3.15. Personnel Sampling / Personil Sampling	: -
3.16. Environmental Conditions / Kondisi Lingkungan	: -
3.17. Date of Acceptance / Diterima	: 02 Oktober 2023
3.18. Date of Analysis / Tanggal Uji	: 02 Oktober 2023 - 09 Oktober 2023
3.19. Type of Analysis / Jenis Uji	: Terlampir
IV. Result / Hasil Uji	

Result Of Analysis | Page 1 of 2

PT SARASWANTI INDO GENETECH
 Graha SIG Jl. Rasamala No. 20 Taman Yasmin Bogor 16113
 Tel. +62 251 7532 348 Hotline. +62 821 11 516 516
 www.siglaboratory.com

The results of these tests relate only to the sample(s) submitted.
 This report shall not be reproduced except in full context,
 without the written approval of PT. Saraswanti Indo Genetech

No	Parameter	Unit	Simplo	Duplo	Limit Of Detection	Method
1	Serat Pangan	%	9.07	9.10	-	18-8-6-2/MU/SMM-SIG

Bogor, 09 Oktober 2023
PT. Saraswanti Indo Genetech



Dwi Yulianto Laksono, S.Si
General Laboratory Manager



Result Of Analysis | Page 2 of 2

The results of these tests relate only to the sample(s) submitted.
This report shall not be reproduced except in full context,
without the written approval of PT. Saraswanti Indo Genetech

RESULT OF ANALYSIS / LAPORAN HASIL UJI

- I. **Number / Nomor**
 - 1.1. Order No. / No. Order : SIG.MARK.R.X.2023.001296
 - 1.2. Certificate No. / No. sertifikat : SIG.LHPX.2023.091449243
- II. **Principal / Pelanggan**
 - 2.1. Name / Nama : Laila Nur Baiti
 - 2.2. Address / Alamat : Mangkang Wetan, Tugu, Semarang (Pondok Pesantren Uswatun Hasanah Putri) 50156
 - 2.3. Phone / Telepon : +6285325751505
 - 2.4. Contact Person / Personil Penghubung : Laila Nur Baiti
- III. **Sample / Contoh Uji**
 - 3.1. Sample Code / Kode Sampel : -
 - 3.2. Batch Number / No Batch : -
 - 3.3. Lot Number / No Lot : -
 - 3.4. Packaging / Kemasan : -
 - 3.5. Production Date / Tanggal Produksi : -
 - 3.6. Expire Date / Tanggal Kadaluausa : -
 - 3.7. Factory Name / Nama Pabrik : -
 - 3.8. Factory Address / Alamat Pabrik : -
 - 3.9. Trade Mark / Nama Dagang : -
 - 3.10. Sample Name / Nama Sample : T3M2
 - 3.11. Other Information / Keterangan Lain : -
 - 3.12. Date of Sampling / Tanggal Sampling : -
 - 3.13. Sampling Location / Lokasi Sampling : -
 - 3.14. Method Sampling / Metode Sampling : -
 - 3.15. Personnel Sampling / Personil Sampling : -
 - 3.16. Environmental Conditions / Kondisi Lingkungan : -
 - 3.17. Date of Acceptance / Diterima : 02 Oktober 2023
 - 3.18. Date of Analysis / Tanggal Uji : 02 Oktober 2023 - 09 Oktober 2023
 - 3.19. Type of Analysis / Jenis Uji : Terlampir
- IV. **Result / Hasil Uji**

Result Of Analysis | Page 1 of 2

PT SARASWANTI INDO GENETECH
Graha SIG Jl. Rasamala No. 20 Taman Yasmin Bogor 16113
Tel. +62 251 7532 348 Hotline. +62 821 11 516 516
www.siglaboratory.com

The results of these tests relate only to the sample(s) submitted.
This report shall not be reproduced except in full context,
without the written approval of PT. Saraswanti Indo Genetech

No	Parameter	Unit	Simplo	Duplo	Limit Of Detection	Method
1	Serat Pangan	%	11.21	11.29	-	18-8-6-2/MU/SMM-SIG

Bogor, 09 Oktober 2023
PT. Saraswanti Indo Genetech



Dwi Yulianto Laksono, S.Si
General Laboratory Manager



Result Of Analysis | Page 2 of 2

PT SARASWANTI INDO GENETECH
Graha SIG Jl. Rasamala No. 20 Taman Yasmin Bogor 16113
Tel. +62 251 7532 348 Hotline. +62 821 11 516 516
www.siglaboratory.com

The results of these tests relate only to the sample(s) submitted.
This report shall not be reproduced except in full context,
without the written approval of PT. Saraswanti Indo Genetech

RESULT OF ANALYSIS / LAPORAN HASIL UJI

I. Number / Nomor	
1.1. Order No. / No. Order	: SIG.MARK.R.X.2023.001296
1.2. Certificate No. / No. sertifikat	: SIG.LHPX.2023.091449244
II. Principal / Pelanggan	
2.1. Name / Nama	: Laila Nur Baiti
2.2. Address / Alamat	: Mangkang Wetan, Tugu, Semarang (Pondok Pesantren Uswatun Hasanah Putri) 50156
2.3. Phone / Telepon	: +6285325751505
2.4. Contact Person / Personil Penghubung	: Laila Nur Baiti
III. Sample / Contoh Uji	
3.1. Sample Code / Kode Sampel	: -
3.2. Batch Number / No Batch	: -
3.3. Lot Number / No Lot	: -
3.4. Packaging / Kemasan	: -
3.5. Production Date / Tanggal Produksi	: -
3.6. Expire Date / Tanggal Kadaluaarsa	: -
3.7. Factory Name / Nama Pabrik	: -
3.8. Factory Address / Alamat Pabrik	: -
3.9. Trade Mark / Nama Dagang	: -
3.10. Sample Name / Nama Sample	: T3M3
3.11. Other Information / Keterangan Lain	: -
3.12. Date of Sampling / Tanggal Sampling	: -
3.13. Sampling Location / Lokasi Sampling	: -
3.14. Method Sampling / Metode Sampling	: -
3.15. Personnel Sampling / Personil Sampling	: -
3.16. Environmental Conditions / Kondisi Lingkungan	: -
3.17. Date of Acceptance / Diterima	: 02 Oktober 2023
3.18. Date of Analysis / Tanggal Uji	: 02 Oktober 2023 - 09 Oktober 2023
3.19. Type of Analysis / Jenis Uji	: Terlampir
IV. Result / Hasil Uji	

No	Parameter	Unit	Simplo	Duplo	Limit Of Detection	Method
1	Serat Pangan	%	8.00	8.06	-	18-8-6-2/MU/SMM-SIG

Bogor, 09 Oktober 2023
PT. Saraswanti Indo Genetech



Dwi Yulianto Laksono, S.Si
General Laboratory Manager



Result Of Analysis | Page 2 of 2

PT SARASWANTI INDO GENETECH
Graha SIG Jl. Rasamala No. 20 Taman Yasmin Bogor 16113
Tel. +62 251 7532.348 Hotline. +62 821 11 516 516
www.siglaboratory.com

The results of these tests relate only to the sample(s) submitted.
This report shall not be reproduced except in full context,
without the written approval of PT. Saraswanti Indo Genetech

Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian

A. Pembuatan Serbuk dan Pengukuran Sifat Busa



B. Pengukuran Karakteristik Serbuk Okra Hijau

a. Kelarutan



b. Warna



C. Pengukuran Kandungan Gizi Serbuk Okra Hijau

a. Kadar air



b. Kadar abu



RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama : Laila Nurbaiti
2. Jenis Kelamin : Perempuan
3. TTL : Batang, 14 Juni 1999
4. Alamat : Dk. Leses (RT02/RW04),
Ds. Sawangan, Kec. Gringsing,
Kab. Batang
5. No.HP : 085325751505
6. Email : lailanurbaiti73@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. TK Siwi Bhakti Sawangan
 - b. SDN 01 Sawangan
 - c. SMP Darul Ma'arif Banyuputih-Batang
 - d. MA Uswatun Hasanah Mangkang Wetan-Semarang
 - e. Perguruan Tinggi UIN Walisongo Semarang
Program Studi Gizi
2. Pendidikan Non-Formal
 - a. TPQ Al-Khodijah Leses-Sawangan
 - b. Madrasah Diniyah Al-Khodijah Leses-Sawangan
 - c. Madrasah Diniyah Al-Fatah Sambungrejo-Sawangan
 - d. Pondok Pesantren Darul Ma'arif Banyuputih-Batang
 - e. Pondok Pesantren Uswatun Hasanah Mangkang Wetan-Semarang

3. Pengalaman
 - a. Praktik Kerja Gizi Masyarakat di Puskesmas Gringsing
 - b. Praktek Kerja Gizi Klinik di Rumah Sakit Umum Siti Aisyah Bumiayu
 - c. Praktek Kerja Gizi Institusi di Rumah Sakit Umum Siti Aisyah Bumiayu