

**LAPORAN PENELITIAN KERJASAMA
MAGANG MAHASISWA (MBKM)**

**KAJIAN PROSES DAN MUTU BUBUK SARI BUAH PALA
(*Myristicafragrans Houtt*) HASIL PENDINGINAN DENGAN
SPRAY DRYER**

**LILIK PUJANTORO EKO NUGROHO
WAQIF AGUSTA
LUTFIA NURFIANTI**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2023**

PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PENELITIAN DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul “Kajian Proses dan Mutu Bubuk Pala (*Myristicafragrns Houtt*) Hasil Pengeringan dengan *Spray Dryer*” adalah karya bersama antara Dosen staff pengajar IPB University dan mahasiswa S1 dan Staff Peneliti Badan Riset Nasional tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya menyetujui kepada perpustakaan IPB University untuk disimpan sebagai data paper yang akan berguna bagi penelitian lanjutan. limpahkan hak cipta dari karya tulis kami kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Januari 2023

Lilik Pujantoro Eko Nugroho
19621130 1987030001

ABSTRAK

LILIK PUJANTORO EKO NUGROHO . Kajian Proses dan Mutu Bubuk Sari Buah Pala (*Myristica fragrans* Houtt) Hasil Pengeringan dengan *Spray Dryer*. Dibimbing oleh dan WAQIF AGUSTA, LUTFIA NURFIANTI

Buah pala (*Myristica fragrans*) merupakan tanaman rempah unggulan Indonesia sebagai negara pengekspor dan produsen pala terbesar ke pasar internasional. Bagian terbesar dari buah pala adalah daging buah pala sebesar 77.8%, namun baru sebagian kecil dimanfaatkan menjadi produk olahan lanjutan sebagian besarnya di buang begitu saja. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan formulasi konsentrasi bahan pengisi (*filler*) campuran antara maltodekstrin dan serbuk ampas pala untuk menghasilkan bubuk sari buah pala terbaik menggunakan alat spray dryer dengan menganalisis mutu bubuk sari buah pala berdasarkan sifat fisik dan kimia. Tahapan penelitian dimulai dari sortasi, pemotongan dan pemisahan daging buah, perendaman, penghancuran, penyaringan, menghasilkan sari buah pala, kemudian ampas daging pala dikeringkan pada suhu 50 °C, ampas kering dihancurkan, pengayakan 80 mesh, dihasilkan serbuk ampas pala. Penelitian pendahuluan menghasilkan Suhu pengeringan optimum dan konsentrasi maltodekstrin terbaik terpilih suhu 180°C dan konsentrasi 20% memberikan hasil 8.84% rendemen, 4.69% kadar air, 0.354 Aw, 95.16% kelarutan dalam air, 38.84% tapped density dan 1.286% higroskopisitas. Penelitian utama menentukan formulasi kombinasi antara maltodekstrin dan serbuk ampas pala pada konsentrasi 0%, 2%, 4%, 6% 8% dan analisa karakteristik bubuk sari buah pala. Hasil penelitian utama menunjukkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 0% dengan nilai pembobotan tertinggi yaitu 3.26.

Kata kunci: bubuk sari buah pala, bahan pengisi, suhu pengeringan

ABSTRACT

LILIK PUJANTORO EKO NUGROHO . Process and Quality Study of Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt) Juice Powder Results Drying with a Spray Dryer. Supervised by and WAQIF AGUSTA, LUTFIA NURFIANTI.

Nutmeg (*Myristica fragrans*) is Indonesia's leading spice plant as the largest exporting and producing country of nutmeg to the international market. The biggest part of the nutmeg is the flesh of the nutmeg by 77.8%, but only a small part of it is used for further processed products, most of it is simply thrown away. The purpose of this study was to determine the concentration formulation of the filler mixture between maltodextrin and nutmeg pulp powder to produce the best nutmeg extract powder using a spray dryer by analyzing the quality of nutmeg extract powder based on physical and chemical properties. The stages of the research started from sorting, cutting and separating the pulp, soaking, crushing, filtering, producing nutmeg juice, then drying the nutmeg pulp at 50 °C, crushing the dry pulp, 80 mesh sieving, producing nutmeg pulp powder. Preliminary research resulted in the optimum drying temperature and the best concentration of maltodextrin chosen at 180°C and 20% concentration yielded 8.84% yield, 4.69% water content, 0.354 Aw, 95.16% water solubility, 38.84% tapped density and 1.286% hygroscopicity. The main study determined the combination formulation between maltodextrin and nutmeg pulp powder at concentrations of 0%, 2%, 4%, 6% 8% and analyzed the characteristics of nutmeg pollen powder. The results of the main research showed the addition of 0% concentration of nutmeg pulp powder with the highest weighting value 3.26.

Keywords: nutmeg juice powder, filler, drying temperature

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2023
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

**KAJIAN PROSES DAN MUTU BUBUK SARI BUAH PALA
(*Myristicafragrans Houtt*) HASIL PENGERINGAN DENGAN
*SPRAY DRYER***

LILIK PUJANTORO EKO NUGROHO

Laporan Akhir Penelitian
Syarat untuk memperoleh dokumen kelengkapan BKD
Pada Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2023**

Tim Penulis laporan akhir:

- 1 Dr. Ir. Lilik Pujantoro Eko Nugroho, M.Agr
- 2 Waqif Agusta, STP, MSi
- 3 Lutfia Nurfianti

Judul Laporan : Kajian Proses dan Mutu Bubuk Sari Buah Pala (*Myristica fragrans* Houtt) Hasil Pengeringan dengan *Spray Dryer*

Nama : Dr. Ir. Lilik Pujantoro Eko Nugroho, M.Agr

NIK : 19621130 1987030001

Disetujui oleh

Penulis 1:

Dr. Ir. Lilik Pujantoro Eko Nugroho, M.Agr

Penulis 2:

Waqif Agusta, STP, MSi

Penulis 3:

Lutfia Nurfianti

Diketahui oleh

Ketua Departemen
Teknik Mesin dan Biosistem:

Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso

NIP. 198304251989031001

Tanggal Pelaporan:
(16 Januari 2023)

Tanggal diterima oleh LSI-IPB:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juni 2022 sampai bulan Agustus 2022 dengan judul “ Kajian Proses dan Mutu Bubuk Sari Buah Pala (*Myristicafragrans Houtt*) Hasil Pengeringan Dengan *Spray Dryer*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada :

1. Dr. Ir. Lilik Pujantoro Eko Nugroho, M.Agr dan Waqif Agusta, STP, MSi dari Pusat Riset Agroindustri, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), dan *Lutfia Nurfianti sebagai tim peneliti dalam tugas dan fungsinya sebagai dosen pembimbing mahasiswa, staff peneliti yang memberikan saran, masukan dan arahan kepada penulis dalam penelitian dan penulisan karya ilmiah.*
2. Herdiarti Destika , bapak sopian, dan seluruh staf Pusat Riset Agroindustri yang telah memberikan ilmu pengetahuan, nasihat, saran, dan masukan kepada penulis selama penelitian.
3. Prof. Dr. Ir. Sutrisno, M.Agr selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dalam penulisan karya ilmiah.
4. Keluarga besar terutama bapak Dadan Nurfiansyah dan ibu Linda Hayati selaku orang tua, serta saudara tersayang rafie dan aulia yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi, nasehat dan kasih sayang.
5. Staf akademik Departemen Teknik Mesin dan Biosistem atas bimbingan dan kerjasamanya yang telah diberikan kepada penulis.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan..

Bogor, Januari 2023

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Buah Pala	4
2.2 Sari Buah Pala	6
2.3 Pengering Semprot	7
2.4 Maltodekstrin	10
2.5 Serbuk Ampas Pala	11
III METODE	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Prosedur Kerja	13
3.4 Metode Pengukuran	15
3.5 Rancangan Percobaan	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Karakteristik Sari Buah Pala	20
4.2 Optimasi Suhu Pengeringan dan Konsentrasi Maltodekstrin	21
4.3 Solusi Parameter Optimal Suhu Pengeringan dan Konsentrasi Terpilih	26
4.4 Pengaruh Serbuk Ampas Buah Pala Terhadap Mutu Bubuk pala	28
V SIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Simpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	50
RIWAYAT HIDUP	65

DAFTAR TABEL

1. Komposisi kandungan kimia daging buah pala dalam 100 gram	5
2. Syarat mutu sari buah	6
3. Nilai mutu dekstrin berdasarkan Dewan Standarisasi Nasional	11
4. Hasil analisa karakteristik daging buah dan sari buah pala	20
5. Parameter penentuan suhu konsentrasi maltodekstrin terbaik	27
6. Hasil pengukuran warna bubuk pala	41
7. Penilaian kepentingan setiap karakteristik bubuk sari buah pala	44

DAFTAR GAMBAR

1. Tanaman , buah, biji dan fuli pala (Hafif 2021)	4
2. Daging buah pala dan lapisan fuli menempel pada daging buah pala	7
3. Skema pengeringan semprot (Hariyadi 2017)	9
4. Diagram alir proses pembuatan sari buah dan serbuk ampas pala	14
5. Diagram alir prosedur penelitian utama	15
6. Rendemen bubuk pala terhadap perlakuan suhu dan konsentrasi maltodekstrin	21
7. Kadar air bubuk pala terhadap perlakuan suhu pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin	22
8. Nilai Aw (Activity water) bubuk pala terhadap perlakuan suhu pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin	23
9. Tingkat kelarutan bubuk pala terhadap perlakuan suhu pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin	24
10 Tap density bubuk pala terhadap pengaruh suhu pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin.	25
11. Tingkat higroskopisitas bubuk pala terhadap pengaruh suhu dan konsentrasi maltodekstrin	26
(a) ampas pala setelah dikeringkan, (b) serbuk ampas pala setelah di giling, (c) serbuk ampas pala penyaringan 80 mesh	28
12. Rata-rata rendemen bubuk pala berdasarkan konsentrasi serbuk ampas pala	29
13. Rata-rata kadar air bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala	30
14. Rata-rata nilai kadar abu bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala	31
15. Rata-rata nilai densitas kamba tanpa pemadatan terhadap penambahan konsentrasi serbuk ampas pala	33
16. Nilai densitas kamba dengan pemadatan	34
17. Rata-rata nilai higroskopisitas bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala	34
18. Nilai kelarutan dalam air bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala	36
19. Nilai total asam tertitiasi bubuk pala berdasarkan	

penambahan konsentrasi serbuk ampas pala	37
20. Nilai pH bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala	38
21. Nilai vitamin C bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala	39
22. Nilai total padatan terlarut bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala	40
23. Tingkat kecerahan bubuk sari buah pala berdasarkan konsentrasi serbuk ampas pala	42

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1. Rata-rata pengukuran parameter penelitian	
2	pendahuluan	51
3	Lampiran 2. Rata-rata pengujian bubuk sari buah pala	51
4	Lampiran 3. Analisa sidik ragam rendemen	52
5	Lampiran 4. Analisa sidik ragam kadar air	52
6	Lampiran 5. Analisa sidik ragam aktivitas air atau Aw	53
7	Lampiran 6. Analisa sidik ragam kadar abu	53
8	Lampiran 7. Analisa sidik ragam densitas kamba tanpa	
9	pemadatan	54
10	Lampiran 8. Analisa sidik ragam densitas kamba dengan	
11	pemadatan	54
12	Lampiran 9. Analisa sidik ragam higroskopisitas	55
13	Lampiran 10. Analisa sidik ragam kelarutan dalam air	56
14	Lampiran 11. Analisa sidik ragam total asam terlarut	56
15	Lampiran 12. Analisa sidik ragam nilai pH	57
16	Lampiran 13. Analisa sidik ragam vitamin C	57
17	Lampiran 14. Analisa sidik ragam total padatan terlarut	58
18	Lampiran 15. Analisa sidik ragam warna	59
19	Lampiran 16. Rerata pengukuran warna larutan sari buah	
20	pala	61
21	Lampiran 17. Perhitungan korelasi antara parameter	
22	pengujian mutu bubuk pala	60
23	Lampiran 18. Perhitungan Pembobotan pemilihan bubuk	
24	sari buah pala berdasarkan konsentrasi serbuk ampas	
25	pala terbaik	61

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman pala (*Myristica Fragrans*) merupakan tanaman unggulan Indonesia yang memiliki aroma khas dan salah satu komoditas utama yang diincar untuk di ekspor, sehingga potensi perkebunan pala sangat layak untuk dikembangkan karena permintaan tanaman pala di pasar internasional juga sangat tinggi. Pala merupakan tanaman rempah yang berasal dari Maluku dan dikembangkan dalam bentuk perkebunan rakyat (Hafif 2021). Pengembangan pala sebagai salah satu tanaman di hutan rakyat dapat menjadi salah satu sumber pendapatan petani. Tanaman pala salah satu komoditas yang masih menjanjikan di pasaran dunia sehingga dapat berpengaruh terhadap produktivitas pala dan khususnya kesejahteraan para petani pala (Leunupun *et al.* 2020). Selain itu, Penanaman pala biasanya ditanam juga dalam bentuk usaha tani campuran, pala ditanam bersama dengan komoditas lainnya seperti kelapa, kakao, kelapa sawit atau dengan tanaman hortikultura seperti pisang, petai nangka, dan tanaman rempah lainnya (Hafif 2021).

Indonesia sebagai negara pengekspor dan produsen pala terbesar di dunia sekaligus merupakan negara pengimpor produk pala. Bagian tanaman pala yang di ekspor dari Indonesia terdiri dari gelendong pala, biji pala dan fulli. Negara tujuan ekspor produk pala antara lain Cina, Vietnam, Belanda, Amerika Serikat, Jerman, Pakistan, Italia, dan Jepang. Daerah penghasil pala di Indonesia adalah provinsi Maluku Utara, Maluku, Aceh, Sulawesi Utara, Papua Barat, dan Lampung (Hafif *et al.* 2017). Keistimewaan pala Indonesia memiliki aroma minyak pala yang khas, biji besar dan fulli tebal, sehingga sebagian besar pemasok pala di dunia 60% berasal dari pala Indonesia (Ruhnayat dan Martini 2015). Kandungan yang memberikan aroma minyak pala yang khas terdiri dari komponen kimiawi seperti monoterpen hidrokarbon 88%, dengan komponen utama *camphene* dan *pinene*, *myristicin*, dan *monoterpen alcohol*.

Produk hasil pala yang berkualitas dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu pra-panen dan pascapanen. Faktor pasca panen yang berpengaruh terhadap hasil pala yaitu cara dan waktu pemanenan serta penanganan pala setelah panen (Dewi 2016). Pengolahan pasca panen buah pala lebih diutamakan pada biji dan fulli karena mengandung banyak minyak atsiri sehingga permintaannya tinggi, sedangkan daging buah pala kurang mendapatkan perhatian dan pemanfaatannya masih kurang maksimal. Bahkan di beberapa tempat daging buah pala tidak dimanfaatkan dan menjadi limbah. Salah satu pemanfaatan daging buah pala yaitu mengolahnya menjadi sari buah dan bubuk pala dengan melalui proses pengeringan (Indrianty dan Assah 2015). Pembuatan bubuk sari buah pala merupakan salah satu cara untuk mendayagunakan daging buah pala dan memperpanjang masa simpan.

Mutu bubuk pala instan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang meliputi jenis pengisi, konsentrasi *filler*, bubuk gula dan suhu pengeringan. Nurdjannah (2005) menyatakan bahwa serbuk pala hasil pengeringan spray drying pada suhu 180 °C dan jenis bahan pengisi terbaik yaitu dekstrin dengan konsentrasi 15%. Bahan pengisi yang biasa digunakan untuk proses pengeringan dalam pembuatan serbuk dan bubuk yaitu maltodekstrin, dekstrin, gum arab, dan sirup glukosa.

Bahan pengisi merupakan bahan – bahan yang ditambahkan untuk memperbesar volume dan meningkatkan jumlah total padatan. Dalam penelitian ini, formulasi bahan pengisi yang akan ditambahkan dalam proses pembuatan bubuk pala dengan pengering semprot yaitu kombinasi antara maltodekstrin dan serbuk ampas buah pala

1.2 Rumusan Masalah

Daging buah pala merupakan bagian buah pala paling besar yaitu sekitar 80%, namun baru sebagian kecil dimanfaatkan menjadi produk olahan lanjutan sebagian besarnya di buang begitu saja. Daging buah pala sangat mudah mengalami kerusakan seperti *browning enzimatis* akibat adanya enzim *polifenol oksidase* jika kontak dengan udara dalam waktu lama sehingga perlu cepat diolah. Pengolahan bubuk sari buah pala menggunakan spray dryer salah satu cara pemanfaatan daging buah pala menjadi suatu produk baru, namun masih menghasilkan limbah pati hasil pengepresan sari buah pala. Secara umum proses pengolahan bubuk sari buah pala menggunakan alat spray dryer terdapat bahan pengisi (*filler*) yang digunakan untuk memperbesar volume dan meningkatkan total jumlah padatan. Bahan pengisi yang biasa digunakan dalam proses pembuatan bubuk sari buah yaitu maltodekstrin, dekstrin, gum arab dan bahan pengisi modifikasi lainnya. Pada pengolahan daging buah pala menjadi bubuk sari buah pala menggunakan alat spray dryer dilakukan penambahan pati atau ampas daging buah pala sisa dari pengepresan sari buah pala sebagai campuran bahan pengisi dengan maltodekstrin.

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kombinasi konsentrasi maltodekstrin sebagai bahan pengisi (*filler*) terbaik dengan penambahan serbuk ampas pala untuk menghasilkan bubuk sari buah pala hasil pengeringan menggunakan *spray dryer* dengan menganalisis mutu bubuk sari buah pala berdasarkan sifat fisik dan kimia.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian yang dilakukan yaitu untuk memberikan informasi kepada masyarakat bahwa pati atau ampas daging buah pala dapat dimanfaatkan kembali dan memberikan pengaruh ketika dicampurkan dengan maltodekstrin, sehingga menghasilkan bubuk pala instan terbaik dari kombinasi konsentrasi bahan pengisi antara maltodekstrin dan serbuk ampas pala berdasarkan karakteristik fisik serta kimia.

1.5 Ruang Lingkup

Penelitian ini dilakukan penelitian pendahuluan terlebih dahulu untuk mengetahui suhu udara pengeringan optimum pada suhu pengering yaitu 120°C, 150°C dan 180°C dengan tekanan udara terpilih dan konsentrasi maltodekstrin terbaik pada konsentrasi 10%, 15% dan 20%. Hasil penelitian pendahuluan diperoleh temperatur suhu spray dryer dan konsentrasi maltodekstrin optimal yang digunakan pada penelitian utama. Pada penelitian utama menentukan formulasi konsentrasi serbuk ampas pala bahan yang ditambahkan dengan maltodekstrin

sebagai bahan pengisi (*filler*) , konsentrasi serbuk ampas pala yang akan di tambahkan yaitu 0%, 2%, 4%, 6% dan 8%.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Pala

Pala termasuk dalam family Myristicaceae, kelas Magnoliopsida, dengan nama botani *Myristica fragrans* Houtt . Tanaman pala pada beberapa daerah sering disebut kembang pala, macis, biji pala dan kulit buah pala (Pratiwi *et al.* 2019). Tanaman pala dapat tumbuh dengan baik pada daerah beriklim tropis dengan ketinggian kurang lebih 700 meter dari permukaan laut. Jenis tanaman pala yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi untuk diperdagangkan terdapat empat yaitu *M. Fragrans* Houtt., *M. Argentea* Warb., *M. Sucedanea* Reinw. dan *M. Malaharica* Lam., diantara jenis pala di atas pala banda yang berasal dari maluku merupakan pala yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia maupun di dunia (Bermawie *et al.* 2018).

Buah pala segar memiliki nilai ekonomi tinggi karena hampir semua bagian buah pala dapat dimanfaatkan yang terdiri dari daging buah, fuli dan biji (Gambar 1). Buah pala dapat menghasilkan 77,8% daging buah, 5,1% tempurung atau fuli dan 17% Biji (Pratiwi *et al.* 2019). Bagian buah pala yang paling banyak dimanfaatkan dan memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi adalah biji pala dan fuli karena dapat menghasilkan minyak pala. Fuli merupakan serat tipis berwarna merah atau kekuningan muda, berbentuk selaput berlubang-lubang seperti jala yang di antara daging buah dan biji pala. Ruhnayat dan Martini (2015) menyatakan bahwa 1 pohon pala dapat menghasilkan 4 kg minyak atsiri dari 40 kg biji pala. Bagian buah pala memiliki kandungan minyak yang berbeda – beda pada setiap 1 kg , fuli pala 20 – 30% , biji muda pala 10-20% dan daging buah pala 0,5-1% kandungan minyak.



Gambar 1. Tanaman , buah, biji dan fuli pala (Hafif 2021)

Umumnya pohon pala mulai berbuah saat umur 7-10 tahun dan kan terus berproduksi sampai umur 60 – 70 tahun. Buah pala memiliki bentuk bulat berwarna hijau kekuningan yang telah terbelah saat buah sudah matang. Pada umur 9 bulan setelah pembungaan buah pala siap untuk dipanen. Buah yang siap panen memiliki ciri – ciri warna buah kuning kecoklatan , daging buah tebal dan asam, kulit biji berwarna coklat dan mengkilat pada bagian luar, kenel biji berwarna keputihan, sedangkan fulinya berwarna merah gelap dan kadang putih kekuningan (pratiwi *et al.* 2019). Buah pala selain memiliki kandungan minyak

dan menghasilkan produk akhir minyak atsiri, buah pala juga dapat dimanfaatkan menjadi produk obat – obatan, parfum dan kosmetik.

Buah pala sebagai tanaman rempah memiliki kandungan bahan aktif diantaranya asam bebas, mineral, vitamin C dan B, asam folat, riboflavin, niasin dan banyak flavonoid antioksidan (Drazat 2007). Menurut Rismunandar (1990) Setiap 100 g daging buah pala mengandung sekitar 10 g air, protein 7 g, lemak 33 g, minyak yang menguap (minyak atsiri) dengan komponen utama monoterpen hidrokarbon (61 - 88% seperti alpha pinene, beta pinene, sabinene), asam monoterpenes (5 - 15%), aromatik eter (2-18% seperti myristicin, elemicin, safrole). Komposisi kimia atau kandungan daging buah pala yang akan diolah menjadi produk pangan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kandungan kimia daging buah pala dalam 100 gram

Kandungan Kimia	Komposisi
Air (%)	89
Protein (%)	0.3
Lemak (%)	0.3
Minyak Atsiri (%)	1.1
Pati (%)	0.9
Serat Kasar (%)	tad
Abu (%)	0.7
Vitamin A (IU)	29.5
Vitamin C (mg)	22
Vitamin B1	sedikit
Ca (mg)	32.2
P (mg)	24
Fe (mg)	1.5

Sumber : Rismunandar (1990)

Keterangan: tad = tidak ada atau kecil sekali

Potensi tanaman pala di Indonesia cukup besar 70% produsen terbesar pala di dunia adalah Indonesia. Daya tarik buah pala dari Indonesia bagi pasar luar negeri karena aroma dan citarasa yang khas serta rendemen minyak yang tinggi. Sentral pala terbesar di Indonesia berada di Maluku dan Papua, disusul Aceh dan Sulawesi Utara. Pada tahun 2015, produksi pala di Indonesia mencapai 33.711 ton dengan luas area tanam 168.904 ha. Produktivitas pala Indonesia pada periode tersebut naik rata-rata sebesar 8,83% per tahun dan produktivitas tertinggi pada tahun 2016 mencapai 484 kg/ha. Tanaman pala sebagai salah satu tanaman perkebunan, yang dapat menghasilkan devisa yang cukup besar (Sunanto dan Hata 1993). Berdasarkan data Pusdatin (2016) volume ekspor pala selama periode 1980 – 2015 berfluktuasi namun cenderung meningkat dengan rata-rata pertumbuhan 16,43% per tahun. Meskipun pala merupakan komoditi unggul, mutu hasil pala masih termasuk rendah karena kurangnya penerapan teknologi nilai tambah dan peningkatan pengetahuan para petani baik dari segi pemasaran, budidaya, pascapanen dan pengembangan teknologi (Analia 2015).

2.2 Sari Buah Pala

Sari buah merupakan olahan hasil ekstraksi buah – buahan yang memiliki kandungan gizi tinggi dan rasa yang menyegarkan karena dapat dikonsumsi langsung sebagai minuman untuk memenuhi kebutuhan vitamin, serat dan lainnya. Sari buah dihasilkan melalui proses pengepresan dan penyaringan daging buah yang sudah dihancurkan. Ekstraksi buah-buahan menjadi sari buah bertujuan untuk meningkatkan ketahanan simpan buah. Terdapat 2 macam proses pengolahan sari buah yaitu sari buah encer yang dihasilkan dari proses pengepresan daging buah kemudian dilakukan penyaringan. Lalu, sari buah pekat hasil dari pengepresan daging buah kemudian dilanjutkan proses pemekatan (Nurhidayah 2018). Menurut SNI 3719:2014 minuman sari buah di perolah dari pencampuran sari buah atau sari buah yang tidak difermentasi dengan air minum, pencampuran bagian lain dari satu jenis buah atau lebih, atau tanpa penambahan gula, bahan pangan lainnya dan bahan pangan yang diizinkan (BSN 2014). Menurut SNI 3719-2014 syarat mutu sari buah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat mutu sari buah

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
	Bau	-	Khas normal
	Rasa	-	Khas normal
	Warna	-	Khas normal
2	Padatan terlarut	b/b%	Min 10,0 - 11,0
3	PH	-	Maksimal 4
4	Cemaran Logam		
	Timbal (Pb)	mg/kg	Maksimal 0,2
	Kadmium (Cd)	mg/kg	Maksimal 0,2
	Timah (Sn)	mg/kg	Maksimal 250
	Merkuri (Hg)	mg/kg	Maksimal 0,03
5	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maksimal 0,1
6	Cemaran mikroba		
	Angka lempeng total	Koloni/ml	Maksimal 1x10 ⁴
	Koliform	Koloni/ml	Maksimal 20
	Escherichia coli	APM/ml	Kurang dari 3
	Salmonella SP.	-	Negatif/25ml
	Staphylococcus aureus	-	negatif/ml
	Kapang dan khamir	Koloni/ml	Maksimal 1x10 ²

Sumber : (BSN 2014)

Sari buah pala merupakan ekstraksi daging buah pala yang dihancurkan dan disaring sehingga menghasilkan produk akhir sari buah yang segar. 77,8% bagian terbesar buah pala terdapat pada daging buahnya, namun pemanfaatan daging buah pala belum dilakukan secara maksimal dan menjadi limbah buangan. Pengolahan buah pala yang banyak dimanfaatkan dan bernilai ekonomi tinggi adalah minyak pala, biji pala dalam tempurung, biji terkelupas dan fuli, namun pengolahan daging buah pala menjadi produk lain yang lebih bervariasi masih

sedikit dilakukan (Nurdjannah 2006). Komposisi daging buah pala setiap 100 g mengandung air 10 g, protein 7 g, lemak 33 g, minyak atsiri dengan komponen utama monoterpen hidrokarbon (61-88%), asam monoterpenes (5-15%), aromatik eter seperti myristicin, elemicin, safrole (2%-18%). Daging buah pala berwarna putih kekuning-kuningan, bergetah encer serta rasanya sepet dan mempunyai sifat astringensia. Kandungan buah tanin yang dominan pada buah pala membuat daging buah pala mentah tidak dapat dikonsumsi langsung sehingga harus diolah menjadi produk pangan lain salah satunya sari buah pala (Indriaty dan Assah 2015).

Sari buah pala yang dihasilkan dari pengolahan daging pala dapat disimpan sampai 6 minggu tanpa terjadi pertumbuhan kapang dan penurunan gula (Nurdjannah 2007). Menurut Nurdjannah (2006) tahap pembuatan sirup buah pala diawali dengan perendaman daging buah pala selama 1-3 jam dan konsentrasi garam yang dicampurkan sebanyak 25% kemudian daging buah dihancurkan dengan penambahan air 50%, setelah dilakukan proses penyaringan sari buah diendapkan selama 1 jam serta penambahan gula dengan perbandingan gula dan sari buah 1:1. Terdapat bagian daging buah pala yang harus dipisahkan sebelum dilakukan penghancuran yaitu kulit bagian terluar biji dan fuli yang masih menempel pada daging buah pala. Kulit bagian terluar dari biji dan fuli yang menempel pada daging buah pala dapat dilihat pada Gambar 2. Fuli, biji dan bunga pala terkandung senyawa myristicin, elemicin, dan safrole sebesar 2-18% yang dapat merangsang halusinasi (Nurdjannah 2007). Minyak pala yang dikonsumsi melebihi 5 gram dapat menyebabkan keracunan ditandai dengan muntah, kepala pusing dan mulut kering (Samiran 2006). Kandungan myristicin dan elemicin pada minyak pala mempunyai efek intoksikasi (Jukic et al. 2006).



Gambar 2. Daging buah pala dan lapisan fuli menempel pada daging buah pala

2.3 Pengerian Semprot

Pengerian Menurut Estiasih dan Ahmadi (2009) Pengerian merupakan salah satu cara pengurangan kadar air bahan pangan sehingga dapat memperpanjang daya simpan. Berkurangnya kandungan air dalam bahan membuat aktivitas mikroorganisme dan enzim menurun. Proses pengerian tidak untuk mematikan mikroorganisme seperti proses sterilisasi. Produk yang dikeringkan dijaga kandungan kadar air agar tetap rendah sehingga memiliki umur simpan yang panjang. Pengerian buah pala memiliki cara dan ciri khas berbeda di setiap bagian buahnya serta pengolahan produk berikutnya. Pengerian daging buah pala untuk membuat manisan pala masih dilakukan secara tradisional dengan

sinar matahari pada siang hari dan pada malam hari pengeringan dilakukan dengan oven sederhana. Proses pengeringan berlangsung selama 24 – 48 jam. Pengeringan biji pala dilakukan dibawah sinar matahari berlangsung selama 29 hari atau lebih, dengan kadar air sekitar 8%.

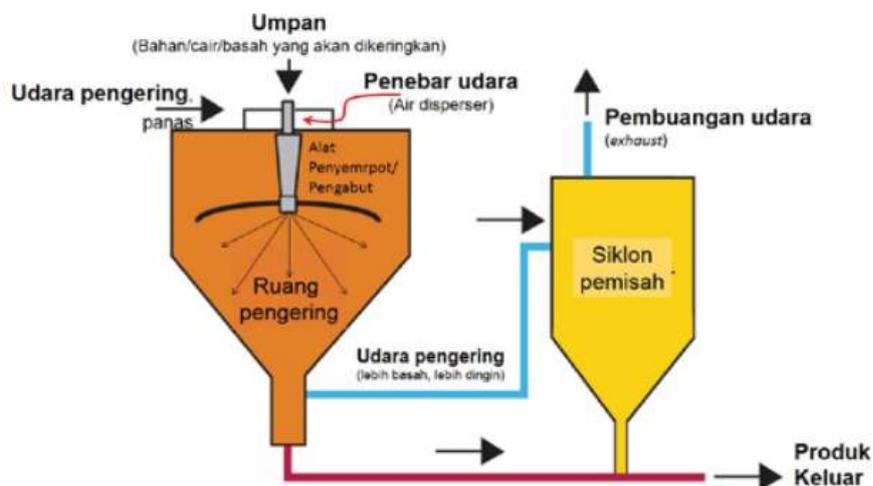
Metode pengeringan yang sering diaplikasikan untuk merubah suatu bahan dari bentuk cairan menjadi padatan seperti bubuk atau serbuk menggunakan alat spray dryer. Spray dryer merupakan jenis pengeringan secara langsung yang terjadi secara konvensional. Bahan berbentuk cairan akan dikeringkan melalui suatu nozzle semacam saringan yang bertekanan kemudian keluar menjadi butiran yang sangat halus (Maulina *et al.* 2013). Bahan berbentuk cairan pada awal pengumpanan pengering semprot dapat berupa larutan, emulsi atau suspensi. karakteristik produk hasil pengeringan semprot tergantung pada konsentrasi bahan pengisi, suhu udara masuk, laju aliran umpan dan karakteristik bahan cairan (Muzaffar *et al.* 2018).

Secara efektif pengering semprot mengubah bahan dengan kadar air tinggi menjadi berbagai bentuk dan kualitas bubuk kering. Produk yang sudah dihasilkan menggunakan pengering semprot sudah banyak mulai dari bubuk susu, bubuk kopi instan dan berbagai produk lainnya. Salah satu kelebihan penggunaan pengering semprot yaitu waktu prosesnya sangat singkat karena proses evaporasi air yang cepat. Menurut Hariyadi (2017) bila dibandingkan jenis pengeringan lainnya penggunaan spray dryer memiliki beberapa kelebihan diantaranya yaitu : (1) Waktu pengeringan sangat singkat dengan pengoprasian yang konstan sehingga menghasilkan produktivitas yang tinggi, (2) suhu partikel rendah karena cepatnya penguapan walaupun suhu pengeringan cukup tinggi , (3) memungkinkan melakukan pengeringan dengan atmosfer lembam, (4) produk yang dihasilkan dalam bentuk bubuk dengan ukuran yang relatif seragam, dan (5) pengendalian sifat-sifat dan mutu produk cukup efektif. Kekurangan yang terdapat pada penggunaan alat spray dryer dapat menurunkan kandungan protein yang terdapat pada bahan akibat penggunaan suhu yang tinggi (Asiah dan Djaeni 2021).

Menurut Asiah dan Djaeni (2021) prinsip kerja spray dryer diawali dengan umpan berupa cairan atau suspensi disemprotkan melalui nozzle menjadi butiran berukuran mikron. Disaat yang sama udara panas dihembuskan dalam ruang pengering dan mengenai butiran umpan. Perpindahan panas dalam ruang pengering terjadi secara konveksi dari udara panas ke bahan akan menguapkan air dari bahan dan menurunkan suhu udara pengering hingga produk akhir berubah menjadi bubuk dengan kadar air < 5%. Proses pengeringan alat pengering tipe semprot (spray dryer) dipengaruhi oleh perbedaan antara suhu inlet dan suhu outlet, kecepatan aspirator, laju aliran bahan, konsentrasi bahan dan kecepatan pompa (Hariyadi 2017). Semakin besar suhu pengeringan maka kadar air dalam produk akhir yang dihasilkan semakin berkurang. Hal ini berhubungan dengan relative humidity udara yang semakin rendah searah dengan tingginya suhu udara pengeringan sehingga transfer panas dan massa antara udara dan larutan bahan pembawa akan semakin besar oleh karena itu kadar air yang dihasilkan semakin berkurang (Maulina *et al.* 2013). Masters (1974) menyatakan bahwa semakin tinggi suhu inlet pengeringan maka kecepatan penguapan akan meningkat. Meningkatnya kecepatan penguapan berpengaruh terhadap suhu produk akhir pengeringan yang akan semakin rendah suhunya. Laju aliran bahan yang semakin cepat dapat menyebabkan kontak bahan dengan udara kering akan berlangsung

lebih singkat sementara jumlah total air dalam larutan sama jumlahnya. Akibatnya semakin tinggi laju aliran bahan maka jumlah air yang diuapkan akan lebih kecil sehingga produk yang dihasilkan akan memiliki kadar air yang tinggi (Desmawarni 2007).

Menurut Muzaffar *et al.* (2018) Proses pengeringan semprot terdiri dari tiga langkah yaitu : (1) atomisasi, (2) Kontak udara panas dengan bahan cairan (pengeringan) dan (3) pemisahan produk akhir kering (bubuk) dari udara keluar. Skema proses alat pengering semprot secara umum dapat dilihat pada Gambar 3. Atomisasi merupakan proses pengeringan semprot yang mengubah bahan cairan (umpan) menjadi butiran-butiran kecil melalui nozzle atau atomizer (alat penyemprot). Umpan yang akan dikabutkan harus disiapkan dalam bentuk larutan, suspensi/dispersi atau emulsi dengan kondisi bahan homogen dan tidak terdapat kotoran sehingga umpan bisa dipompa. Butiran halus dari alat penyemprot (nozzle) masuk kedalam ruang pemanas langsung kontak dengan udara panas, sehingga air yang terkandung dalam butiran halus mengalami penguapan menghasilkan butiran kering atau bubuk kering. Begitu butiran halus keluar dari atomizer 80% air yang terkandung dalam partikel tersebut langsung terevaporasi. Setelah penyemprotan dan pengeringan, bubuk kering akan terkumpul pada alat berbentuk corong di bagian bawah ruang pengering sehingga secara otomatis bubuk kering akan terkumpul. Karena butiran berukuran kecil dan kering sehingga memungkinkan butiran yang ringan ikut terbawa arus udara menuju sistem pembuangan (exhaust). Oleh karena itu perlu dipasang sistem siklon pemisah butiran halus kering dan udara sebelum udara akhir dibuang (Hariyadi 2017).



Gambar 3. Skema pengeringan semprot (Hariyadi 2017)

Ukuran droplet yang semakin halus hasil atomisasi pada proses penyemprotan akan berpengaruh pada proses penguapan yang juga semakin cepat sehingga meningkatkan efisiensi pengeringan. Bentuk alat penyemprot pada bagian spray dryer dapat berupa piringan yang berputar atau lubang (*nozzle*) biasa. Menurut Hariyadi (2017) terdapat tiga tipe bentuk alat penyemprotan yang umum digunakan yaitu : (1) *rotary wheel* proses atomisasi yang memanfaatkan energi sentrifugal, (2) *pressure nozzle* proses atomisasi dengan energi tekanan, dan (3) *two-fluid nozzle* proses atomisasi menggunakan energi kinetik. Selain bentuk

mulut penyemprot, diameter mulut penyemprot berpengaruh pada proses penyemprotan terutama kecepatan tetesan bahan dan diameter butiran yang terbentuk. Menurut Abidin dan Vachlepi (2012) mulut penyemprot bertekanan (*pressurized nozzle*) memiliki keuntungan seperti bentuknya simpel, tidak ada bagian yang bergerak dan konsumsi energi rendah. Semakin besar diameter lubang mulut penyemprotan, maka semakin besar prediksi diameter butiran yang dibentuk.

2.4 Maltodekstrin

Maltodekstrin salah satu jenis bahan pengisi (*filler*) yang banyak diaplikasikan untuk pembuatan bubuk dan bahan pengental sekaligus sebagai emulsifier. Maltodekstrin masuk dalam kategori produk hidrolisis karena mengandung unit α -D-glukosa terikat melalui ikatan 1,4 glikosidik dengan DE kurang dari 20. Nilai DE (*dextrose equivalent*) yang terkandung dalam bahan pengisi memberikan karakteristik masing-masing pada setiap jenisnya. *Dextrose equivalent (DE)* merupakan skala nilai mengukur derajat hidrolisis pati dari gula pereduksi, dengan rentang nilai antara 0-100. Semakin besar nilai DE maka semakin besar jumlah gula pereduksi di dalam sampel. Kennedy *et al.* (1995) menyatakan bahwa maltodekstrin memiliki sifat non-higroskopis karena nilai DE maltodekstrin yang rendah. Maltodekstrin dengan nilai DE relatif rendah akan lebih efektif dalam mengikat lemak dibandingkan dengan nilai DE yang tinggi sehingga semakin besar kemampuan mengikat air. Semakin besar nilai DE yang terkandung maka nilai *hygroscopicity*, *plasticity*, *sweetness*, *solubility*, dan *osmolality* juga tinggi. Namun jika nilai DE yang terkandung rendah maka akan meningkatkan berat molekul, *viscosity*, *cohesiveness*, dan *film-forming properties* (Meriatna 2013).

Kelebihan penggunaan maltodekstrin dapat bercampur dengan air membentuk cairan koloid dan memiliki sifat sebagai perekat. Maltodekstrin selain digunakan sebagai bahan pengisi dalam industri pangan digunakan juga sebagai pengganti lemak dan gula. Kelebihan lainnya maltodekstrin memiliki kelarutan tinggi, dapat membentuk film, higroskopisitas rendah, mampu menghambat kristalisasi dan daya ikat yang kuat (Pentury *et al.* 2013). Husniati (2009) menyatakan bahwa pembuatan maltodekstrin terbagi menjadi dua cara yaitu, hidrolisis asam dan hidrolisis secara enzimatis. Hidrolisis asam produk yang dihasilkan tidak jelas dan tidak terkontrol karena glukosa yang bebas sehingga cenderung membentuk retrogradasi. Sedangkan hidrolisis enzim penggunaannya banyak ditujukan untuk komersial, produk yang dihasilkan lebih terkontrol dengan nilai DE yang diinginkan.

Berdasarkan penelitian Marta *et al.* (2017) memodifikasi pati jagung menjadi maltodekstrin melalui hidrolisis asam. Waktu hidrolisis 35 menit pada suhu 80 C menghasilkan karakteristik maltodekstrin terbaik sesuai Standar Nasional Indonesia. Nilai DE yang harus dicapai dalam pembuatan maltodekstrin berkisar 19 - 20. Standar mutu maltodekstrin di Indonesia sama dengan standar mutu dekstrin berdasarkan Dewan Standarisasi Indonesia. variabel dan nilai standar mutu dekstrin menurut DSN (1992 dan 1989) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai mutu dekstrin berdasarkan Dewan Standarisasi Nasional

Variabel	pangan	non-pangan
Warna	putih - kekuningan	putih - kekuningan
Kadar air (%b/b)	Max. 11	Max. 11
Kadar abu (%b/b)	Max. 0.5	Max. 0.5
Serat kasar (%b/b)	Max 0.6	-
Larut dalam air dingin	Min. 97	Min. 80
kekentalan (cP)	3 sampai 4	3 sampai 4
Dekstrosa	Max. 5	Max. 7
Derajat asam (0,1 N NaOH/100 g)	Max. 5	Max. 6
Kehalusan	Min. 90	

Sumber : Dewan Standarisasi Nasional (1992 dan 1989)

Umpan yang akan dikeringkan menggunakan spray dryer seringkali mengalami lengket pada dinding ruang pengering dan penggumpalan dalam wadah pengepakan, hal ini disebabkan bahan yang kaya akan gula (Wang dan Zhou 2013). Untuk meminimalkan masalah lengket saat pengeringan ditambahkan molekul tinggi seperti maltodekstrin ke umpan bahan sebelum di atomisasi, sehingga dapat meningkatkan suhu transisi. Maltodekstrin tidak hanya mengatasi masalah lengket, juga mengurangi tingkat higroskopisitas, melindungi komponen sensitif pada bahan makanan termasuk fenolat, vitamin dan karatenoid (Muzaffar *et al.* 2018). Berdasarkan penelitian Dantas *et al.* (2018) penggunaan maltodekstrin sebagai bahan pengisis sangat penting dalam menjaga kandungan protein, asam askorbat, dan senyawa fenolik yang tinggi pada setiap kondisi pengeringan, karena stabilisasi ikatan hidrogen dari senyawa tersebut.

2.5 Serbuk Ampas Pala

Hampir semua bagian tanaman pala dapat dimanfaatkan mulai dari fuli, biji pala dan daging buah pala. Namun permintaan besar ekspor bagian pala yang banyak diminati yaitu biji dan fuli yang mengandung banyak minyak atsiri sehingga bernilai ekonomis. Lawalata *et al.* (2017) menyatakan hingga akhir tahun 2007, sentra produksi pala di pulau ambon dan banda neira sebagian besar produk eksportnya hanya biji pala tua dan fuli pala. 80% bagian terbesar dari buah pala terdapat pada dagingnya, namun pemanfaatan daging buah pala masih sangat sedikit. Sebagian besar hanya dibuang menjadi limbah pertanian. Beberapa pengolahan daging buah pala menjadi produk pangan seperti produk manisan, selai dodol, dan sirup. Namun tidak menutup kemungkinan daging buah pala dibuang begitu saja terutama pada pemanenan buah pala matang yang dimanfaatkan biji dan fuli nya saja, karena pada umumnya daging buah pala muda

yang diolah menjadi sirup pala. Daging buah pala yang masih muda tidak dapat dikonsumsi secara langsung tetapi dapat diolah menjadi berbagai produk pangan.

Serbuk ampas atau serat pangan dari daging buah pala merupakan bentuk dari pengolahan daging buah pala melalui proses pengeringan kemudian dihancurkan dan di mikronisasi menjadi lebih halus dengan menggunakan ayakan 80 hingga 200 mesh. Menurut Chau *et al.* (2007) bubuk serat pangan yang sudah melalui mikronisasi memberikan perbedaan sifat fisikokimia dibandingkan bahan baku aslinya. Mikronisasi merupakan pemisahan ukuran partikel menjadi lebih kecil dibanding partikel bahan padat sebelumnya, sehingga meningkatkan sifat permukaan baik seperti kemampuan dispersi dan peningkatan kelarutan (Blagden *et al.* 2007). Penelitian Dareda *et al.* (2020) mengenai bubuk serat pangan dari daging buah pala yang dikeringkan pada suhu 50 – 60 °C selama 3 hari, kemudian di blender dan diayak menggunakan ayakan 35 mesh. Selanjutnya, dilakukan proses mikronisasi menggunakan ayakan 200 mesh sebelum pengukuran karakteristik fisik dan kimia serbuk daging buah pala. Daging buah pala banyak mengandung antioksidan. Daging buah pala memiliki kandungan air, abu, serat kasar dan karbohidrat yang tinggi, sedangkan kandungan protein dan lemak dalam daging buah pala relatif rendah.

III METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni sampai September 2022. Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Serpong, Tangerang Selatan.

3.2 Alat dan Bahan

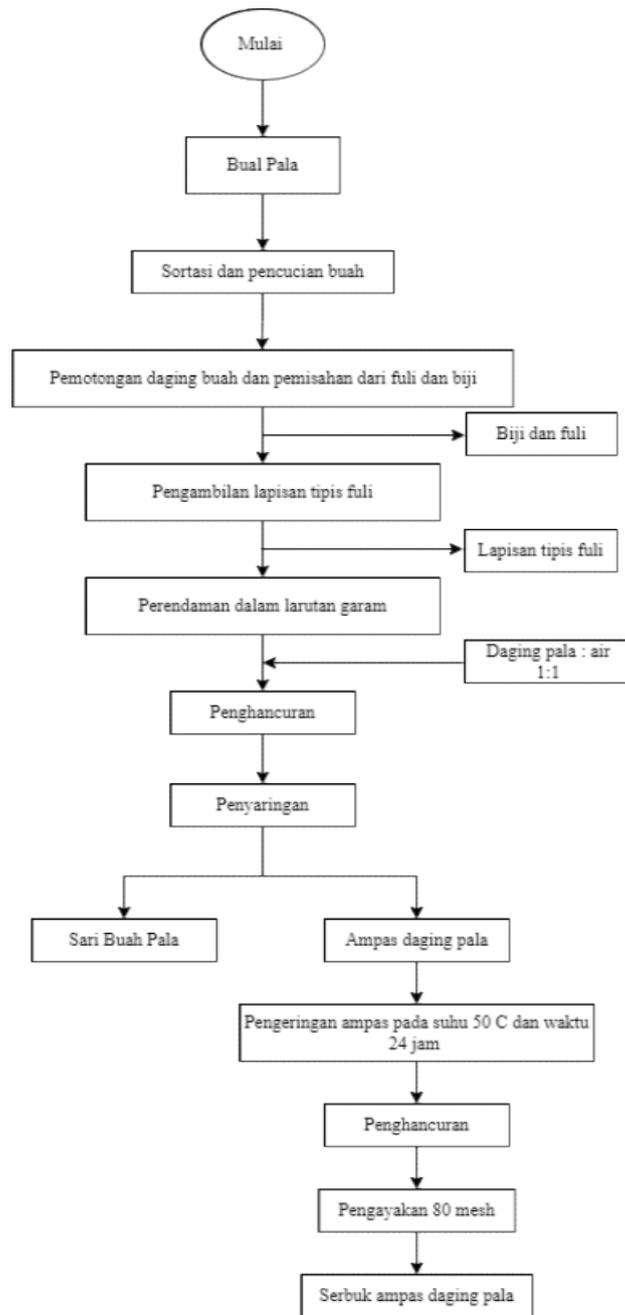
Bahan yang digunakan digunakan dalam penelitian ini buah pala muda yang didapat dari CV. Cielofood Pratama sebagai perusahaan produsen sari buah pala di daerah Bantarjati, Bogor Utara. Pemilihan buah yang digunakan adalah buah pala yang berumur 6 - 8 bulan dengan kondisi daging buah masih muda hingga daging buah matang yang ditandai fuli berwarna merah. Bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan pengisi yaitu maltodekstrin serta bahan yang digunakan untuk analisa mutu yaitu garam, aquades, NaOH, PP, Iodin dan amilum.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *spray dryer*, *climatic chamber*, timbangan analitik, oven, desikator, penyaring vakum, *refraktometer*, *chromameter*, *hot plate*, stirrer, ph meter, saringan 80 mesh, buret dan statif, pipet volum, pipet tetes, serta peralatan gelas (gelas ukur 10 ml, labu takar, erlenmeyer, pengaduk, tabung reaksi dll).

3.3 Prosedur Kerja

3.3.1 Pembuatan Sari Buah Pala dan Serbuk Ampas Daging Pala

Pembuatan sari buah pala diawali dengan melakukan penyortiran untuk mendapatkan kualitas daging buah terbaik. Kemudian dilakukan pembelahan buah pala untuk memisahkan daging buah dengan biji dan fuli buah pala. Pada daging buah pala bagian dalam terdapat lapisan tipis seperti lapisan fuli muda yang masih menempel di dinding daging buah, lapisan tersebut harus dibuang terlebih dahulu kemudian daging buah ditampung dalam air garam agar tidak berubah warna dan teksturnya cepat berubah. Langkah selanjutnya dilakukan penghancuran dan menambahkan air dengan perbandingan 1:1. Ekstrak daging buah pala yang dihasilkan dari proses penghancuran dilakukan penyaringan sehingga didapatkan sari buah pala. Ampas sisa hasil penyaringan dan pengepresan sari buah pala diolah untuk dijadikan serbuk dengan proses pengeringan menggunakan oven pada suhu 50 °C dalam waktu 24 jam. Ampas yang telah dikeringkan dihancurkan kembali menggunakan grinder kemudian di saring menggunakan ayakan 80 mesh. Proses pembuatan sari buah pala dan serbuk ampas daging buah pala dapat dilihat pada Gambar 4.

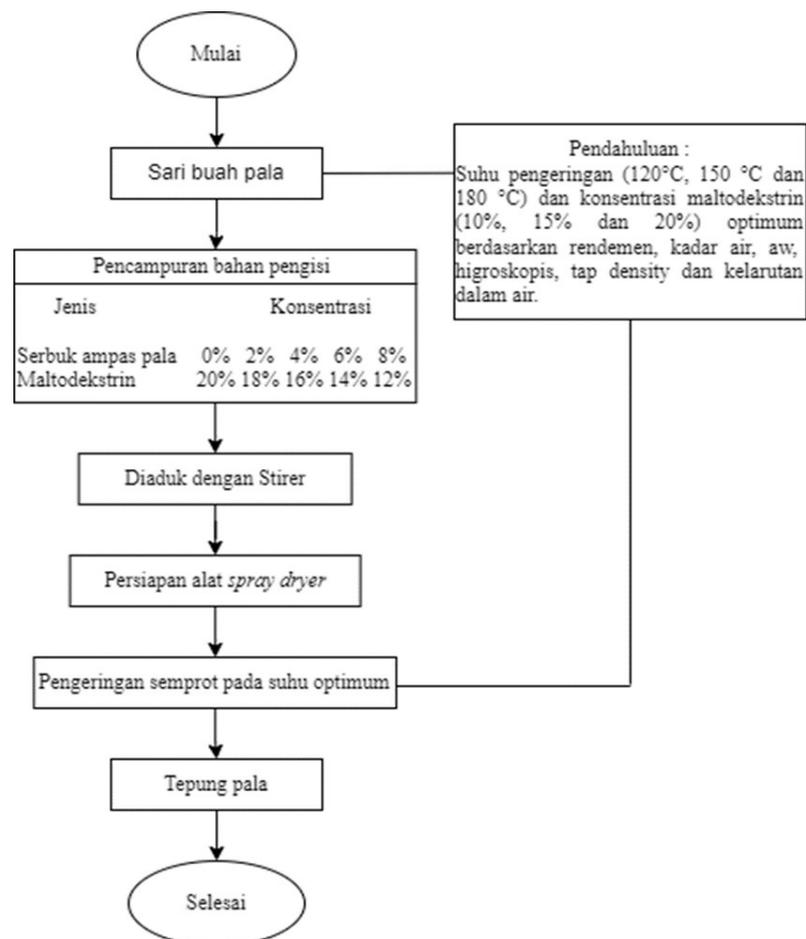


Gambar 4. Diagram alir proses pembuatan sari buah dan serbuk ampas pala

3.3.2 Prosedur Penelitian

Penelitian pendahuluan dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil akhir penelitian utama yang lebih optimal. Penelitian pendahuluan meliputi penentuan suhu pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin optimum. Penentuan temperature pengeringan pada spray dryer dengan suhu 120°C, 150°C dan 180°C. Sedangkan, penentuan konsentrasi maltodekstrin sebagai bahan pengisi dengan kadar 10%, 15% dan 20%. Hasil pengeringan terbaik terpilih sebagai suhu pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin yang optimal/terbaik berdasarkan rendemen, kadar air, aw, tap density, higroskopisitas dan kelarutan dalam air.

Penelitian utama membuat bubuk sari buah pala dengan spray dryer pada suhu optimum dan konsentrasi maltodekstrin terbaik berdasarkan hasil penelitian pendahuluan. Serbuk ampas pala hasil pengayakan dicampur dengan konsentrasi maltodekstrin yang sudah terpilih. Serbuk ampas pala yang dicampurkan dengan maltodekstrin sebagai bahan pengisi terdapat lima konsentrasi 0%, 2%, 4%, 6% dan 8%. Kelima konsentrasi itu akan dicampurkan dengan konsentrasi maltodekstrin terbaik misalnya 20%. Lalu dikurangi dengan kelima konsentrasi serbuk ampas pala yang ditentukan sehingga konsentrasi total akan tetap sama 20% dengan campuran serbuk ampas dan maltodekstrin. Bagan alir prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir prosedur penelitian utama

3.4 Metode Pengukuran

3.4.1 Kadar air

Pengukuran kadar air dilakukan menggunakan metode oven. Pengukuran kadar air dimulai dengan menimbang sampel dalam cawan yang sudah diketahui berat cawannya, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 105 °C sampai bobotnya konstan. Setelah itu, cawan dipindahkan ke dalam desikator lalu didinginkan dan ditimbang. Kadar air dapat dihitung dengan persamaan 1.

Perhitungan :

$$KA = \frac{wa-wb}{wa} \times 100\%$$

Keterangan :
 KA = (%bb)
 Wa = berat awal bahan (gram)
 Wb = berat akhir setelah dioven (gram)

3.4.2 Kadar abu

Kadar abu dari suatu bahan menunjukkan kandungan mineral yang terdapat dalam bahan tersebut, kemurnian, serta kebersihan suatu bahan yang dihasilkan. Adapun tahapan analisis kadar abu sebagai berikut: Cawan pengabuan dikeringkan di dalam oven selama satu jam pada suhu 105 °C, didinginkan selama 15 menit di dalam desikator dan ditimbang (A). Sampel ditimbang sebanyak 3 gram (B) dimasukkan ke dalam cawan pengabuan. Sampel dimasukkan ke dalam tanur pengabuan dengan suhu 600°C selama 6 jam hingga terbentuk abu berwarna putih. Kemudian abu beserta cawan didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga berat yang konstan. Kadar abu dapat dihitung dengan persamaan 2.

Perhitungan :

$$\text{Kadar Abu}(\%) = \frac{C-A}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan :
 A = Berat cawan porselen kosong (gram)
 B = Berat cawan dengan sampel (gram)
 C = Berat cawan dengan sampel dikeringkan (gram)

3.4.3 Rendemen

Rendemen adalah persentase hasil/berat suatu produk dan dibandingkan dengan berat awal bahan tersebut. Perhitungan rendemen ada pada persamaan (3) berikut ini :

$$\text{Rendemen}(\%) = \frac{\text{Produk akhir (g)}}{\text{Bahan baku awal (g)}} \times 100\%$$

3.4.4 Higroskopisitas

Kemampuan suatu zat untuk menyerap molekul air yang baik dari lingkungannya baik melalui absorpsi atau adsorpsi disebut higroskopis. Sampel sebanyak 1 gram ditempatkan dalam cawan pada desikator yang memiliki RH terkontrol 75%. Kenaikan berat sampel dicatat sampai diperoleh berat konstan. Tingkat higroskopisitas dihitung dengan persamaan (4) berikut ini :

$$\text{Higroskopisitas} (\%) = \frac{(\%Wi + \%FW) \times 100}{100 + \%Wi}$$

Keterangan : %FW = Kadar air awal bahan
 100% %Wi = (Berat air yang terserap/Berat bahan) x

3.4.5 Densitas Kamba

a. Densitas kamba tanpa pemadatan

Sampel dimasukkan dalam gelas ukur 10 ml yang sudah diketahui beratnya sampai volume tertentu, kemudian ditimbang kembali sehingga diperoleh berat produk. Densitas kamba ditentukan dengan cara membagi berat sampel dengan volume ruang yang ditempatinya dan dinyatakan dalam kg/m^3 .

b. Densitas kamba dengan pemadatan

Sampel dimasukkan ke dalam gelas ukur 10 ml yang sudah diketahui beratnya sampai volume tertentu, kemudian dilakukan pemadatan sampai volumenya konstan lalu ditimbang. Kerapatan pemadatan tumpukan ditentukan dengan cara membagi berat sampel dengan volume ruang yang ditempatinya setelah pemadatan dan dinyatakan dalam satuan kg/m^3 .

3.4.6 Kelarutan dalam air

Sampel sebanyak 1 g dilarutkan dalam 20 ml air. Kemudian disaring dengan kertas saring yang telah terlebih dahulu dikeringkan dan bobotnya ditimbang. Setelah itu, kertas saring dikeringkan dalam oven dengan suhu $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai bobotnya tetap. Rumus kelarutan dalam air seperti pada persamaan (6) berikut ini :

$$\text{Kelarutan dalam air(\%)} = \frac{C-(A-B)}{C} \times 100\%$$

Keterangan : A = Bobot kertas saring yang telah dikeringkan (g)
 B = Bobot kertas saring kering awal (g)
 C = Bobot sampel kering (g)

3.4.7 Kadar total asam tertitrasi

Sampel sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam labu takar dan ditambahkan aquades hingga 250 ml kemudian diaduk dan disaring. Mengambil filtrate sebanyak 10 ml dengan pipet dimasukkan ke erlenmeyer dan ditambahkan indikator phenolphthalein (PP) 1% sebanyak 2-3 tetes. Setelah itu melakukan titrasi dengan NaOH 0,1 N sampai berwarna merah muda yang tidak hilang selama 30 detik.

Perhitungan:

$$\text{Total asam(\%)} = \frac{\text{mlNaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{BM Asam Malat} \times \text{FP}}{\text{mg sampel}} \times 100\%$$

Keterangan: FP = Faktor pengenceran
 BM = Berat Molekul
 N = Normalitas

3.4.8 Pengukuran pH

Sampel ditimbang sebanyak 1 gram ke dalam gelas kimia 250 mL. Tambahkan aquades sebanyak 100 mL ke dalam gelas kimia berisi sampel. Kemudian Diaduk dengan menggunakan batang pengaduk homogen. Pengujian pH dilakukan menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi dengan larutan buffer pH 4 dan pH 7 lalu dibersihkan dan dikeringkan dengan tisu. Langkah selanjutnya celupkan elektroda pH meter pada sampel hingga diperoleh data dan catat data yang tertera pada alat.

3.4.9 Vitamin C

Mengambil 1 gram sampel bubuk pala hasil pengeringan dan ditambahkan aquades hingga 100 ml. Setelah itu, mengambil 25 ml filtrat dan ditambahkan 2 ml larutan amilum. Melakukan titrasi dengan menggunakan larutan Iod hingga berwarna ungu.

Perhitungan:

$$\text{Vitamin C(mg/100g)} = \frac{\text{VI2} \times 0.88 \times \text{FP} \times 100}{\text{Ws(gram)}}$$

Keterangan : VI2 =Volume iodine(ml)
 Fp = Faktor pengenceran
 Ws = Berat Sampel (gram)

3.4.10 Total padatan terlarut

Sampel bubuk pala diencerkan dengan perbandingan 1 g bubuk dilarutkan dalam 100 mL aquades. Refraktometer yang digunakan untuk pengujian total padatan terlarut dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan aquades, lalu teteskan larutan yang sudah diencerkan pada prisma refraktometer. Nilai yang terbaca pada refraktometer menunjukkan besarnya total padatan yang terlarut pada suatu bahan dalam satuan °Brix.

3.4.11 Warna

Analisa warna dilakukan dengan menggunakan alat Chromameter tipe CR-400 dengan cara menempelkan alat sensor pada permukaan sampel. Pengukuran dilakukan dengan nilai L (kecerahan), a (merah-hijau), dan b (kuning-biru) terhadap sampel. Nilai L menyatakan kecerahan merupakan pantulan cahaya yang dihasilkan warna akromatik putih abu-abu, dan hitam. Nilai L yang bernilai 0 untuk warna hitam dan 100 untuk warna putih. Nilai a menyatakan warna akromatik merah-hijau. Nilai a yang bernilai (+) dari 0 sampai 60 untuk warna merah dan bernilai (-) dari 0 sampai (-60) untuk warna hijau. Nilai b menyatakan warna akromatik kuning-biru, bernilai (-)b dari 0 sampai 60 untuk warna kuning dan bernilai (-)b dari 0 sampai (-60) untuk warna biru.

3.5 Rancangan Percobaan

Perlakuan dalam proses pengolahan bubuk pala hasil pengeringan spray dryer dengan penambahan filler serbuk ampas daging pala dianalisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang ditetapkan pada pengeringan sari buah pala pada formulasi bahan pengisi antara maltodekstrin dan serbuk ampas daging dengan konsentrasi campuran serbuk ampas daging pala yaitu 0%, 2%, 4%, 6% dan 8%. Dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh konsentrasi serbuk ampas pala yang dicampur dengan maltodekstrin sebagai bahan pengisi pada saat pengeringan sari buah pala menggunakan spray dryer untuk menghasilkan bubuk pala. Uji lanjut Duncan dengan nilai taraf signifikan (α) sebesar 5% menggunakan aplikasi SPSS 22.0.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Sari Buah Pala

Tahap karakterisasi dilakukan untuk mengetahui mutu dan karakteristik bahan sari buah pala serta serbuk ampas yang digunakan. Sari buah pala yang digunakan dalam penelitian dihasilkan dari proses pengolahan daging buah pala yang dihancurkan dengan campuran air, kemudian dilakukan pengepresan dan penyaringan untuk mendapatkan sari buah. Ampas hasil penyaringan dikeringkan menggunakan oven untuk diolah menjadi serbuk ampas pala. Serbuk ampas pala digunakan sebagai campuran bahan pengisi dengan maltodekstrin untuk proses pengeringan sari buah pala menjadi bubuk pala.

Analisa karakteristik daging buah dan sari buah pala meliputi kadar air, kadar abu, pH, total asam, vitamin C dan total padatan terlarut. Analisa ini bertujuan untuk mengetahui mutu bahan yang akan digunakan sebelum dilakukan proses pengeringan. Hasil analisa bahan baku seperti daging buah, sari buah dan serbuk ampas pala dapat dijadikan perbandingan karakteristik setelah bahan diolah menjadi bubuk melalui proses pengeringan. Hasil analisa karakteristik daging buah dan sari buah pala dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisa karakteristik daging buah dan sari buah pala

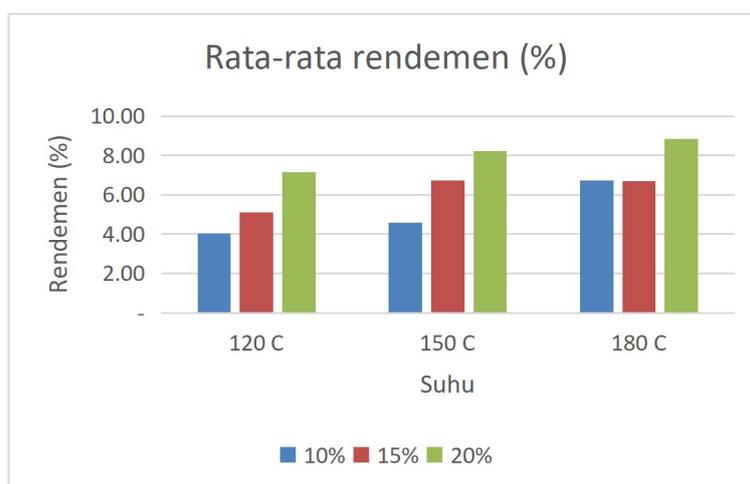
Komposisi	Nilai
Kadar air buah pala (%)	88.79
Kadar abu buah (%)	0.61
Nilai pH (sari buah)	2.89
Total padatan terlarut (°Brix)	4.87
Vitamin C (mg/100 g)	22.87
Total asam (%)	1.09

Daging buah pala merupakan bagian terbesar dari buah pala segar sekitar 80%, memiliki kandungan air sekitar 89% dan kadar abu 0.7 % dalam 100 gram (Rismunandar 1990). Hasil analisa karakteristik daging buah pala memiliki kadar air 88.79% dan kadar abu 0.61% . Berdasarkan hasil analisa kadar air dan kadar abu daging pala yang sudah diuji memiliki tingkat kesamaan dengan kandungan air dan kadar abu buah pala pada umumnya. Hasil analisa nilai pH sari buah pala yang diukur yaitu 2.89 , berdasarkan nilai pH sari buah pala yang dihasilkan memenuhi syarat mutu sari buah menurut SNI 3719-2014 dengan nilai pH maksimal 4. Hasil analisa pengukuran total padatan terlarut sari buah pala sebesar 4.87 °Brix . hasil nilai padatan terlarut yang dihasilkan memiliki nilai karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan total padatan terlarut sari buah pala hasil penelitian Mulia (1998) yaitu 3.75 °Brix. Komposisi kimia daging buah pala segar dalam 100 gram mengandung vitamin C 22.0 mg (Rismunandar 1990). Hasil analisa vitamin C sari buah pala yang diukur yaitu 22.87 mg/100 g.

4.2 Optimasi Suhu Pengeringan dan Konsentrasi Maltodekstrin

4.2.1 Rendemen

Pada penelitian pendahuluan, dilakukan perhitungan rendemen bubuk pala untuk mengetahui tingkat keberhasilan proses produksi bubuk pala. Rendemen bubuk pala didapatkan dari perbandingan bobot bubuk pala yang dihasilkan melalui pengering semprot (Spray dryer) dengan banyaknya sari buah pala yang digunakan sebagai bahan utama pembuatan bubuk pala. Berdasarkan histogram pada gambar 8 mengenai rendemen bubuk pala terhadap perlakuan suhu dan konsentrasi maltodekstrin, sampel yang dikeringkan pada suhu 180 °C dan konsentrasi maltodekstrin 20% menghasilkan rendemen tertinggi yaitu 8.84%, disusul oleh hasil bubuk dengan pengeringan suhu 150°C dan penambahan maltodekstrin 20% yaitu 8.20%, sedangkan pengeringan suhu 120 °C dan penambahan konsentrasi maltodekstrin 10% menghasilkan rendemen bubuk pala terendah yaitu 4.04%. hal ini dapat dilihat pada Gambar 6.



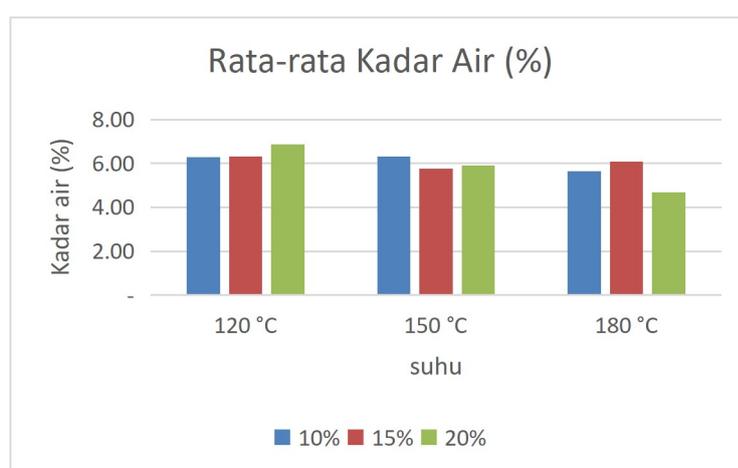
Gambar 6. Rendemen bubuk pala terhadap perlakuan suhu dan konsentrasi maltodekstrin

Berdasarkan histogram pada Gambar 6 semakin tinggi suhu pengeringan dan penambahan konsentrasi maltodekstrin maka rendemen yang diperoleh akan semakin banyak. Begitu pula sebaliknya, karena semakin rendah suhu pada saat proses pengeringan larutan bahan akan menghasilkan udara panas yang kurang optimal untuk terjadinya perpindahan panas dari massa antara udara dan larutan pembawa, sehingga sering kali terjadi pengendapan sari buah pala yang tidak terproses secara sempurna menjadi bubuk pala. Rendahnya penambahan bahan pengisi yaitu maltodekstrin kedalam larutan sari buah pala akan mengakibatkan rendahnya rendemen atau produk akhir yang dihasilkan. Karena konsentrasi maltodekstrin yang rendah membuat proses pengikatan sari buah pala dan kandungan didalamnya untuk diubah menjadi bubuk pala kurang

optimal. Mulia (1998) menyatakan semakin tinggi konsentrasi bahan pengisi yang ditambahkan maka semakin banyak total padatan yang dihasilkan.

4.2.2 Kadar dan aktivitas air

Pengukuran kadar air bubuk pala dilakukan menggunakan metode moisture analyzer. Berdasarkan histogram kadar air bubuk pala pada gambar 9, sampel hasil pengeringan pada suhu 180 °C dan konsentrasi maltodekstrin 20% menghasilkan nilai kadar air terendah yaitu 4.69%, dilanjutkan dengan hasil pengeringan dengan suhu 180 °C dan konsentrasi maltodekstrin 10% menghasilkan nilai kadar air bubuk pala sebesar 5.64%, sedangkan nilai kadar air bubuk pala tertinggi berada pada suhu pengeringan 120 °C dan penambahan konsentrasi maltodekstrin 20% yaitu 6.87%. hal ini dapat dilihat pada Gambar 7.

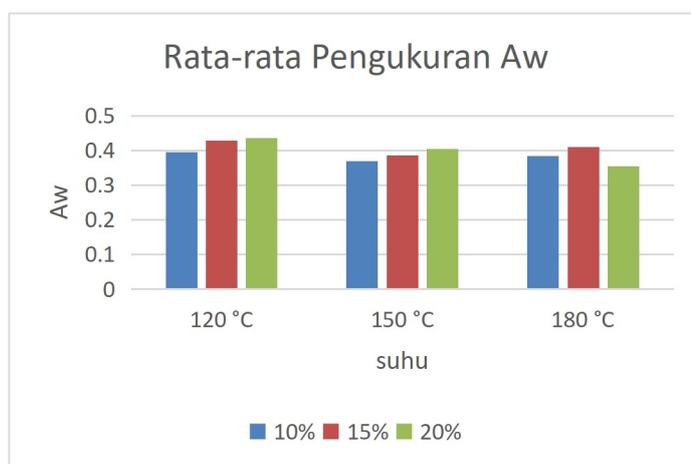


Gambar 7. Kadar air bubuk pala terhadap perlakuan suhu pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin

Pada Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat semakin tinggi suhu pengeringan dan penambahan konsentrasi maltodekstrin maka bubuk pala yang dihasilkan memiliki nilai kadar air yang semakin rendah. Kadar air bubuk pala yang semakin rendah menunjukkan bahwa mutu bubuk pala semakin baik, karena perkembangan mikroorganisme pembusuk maupun aktivitas enzim penyebab kerusakan pada produk akan terhambat atau bahkan berhenti dengan begitu bubuk pala tidak akan mudah rusak dan memiliki waktu penyimpanan yang lebih lama. Tingginya suhu pengeringan relatif menghasilkan bubuk yang memiliki kadar air yang lebih rendah. Hal ini berdasarkan pernyataan Vallous et al. (2002) penurunan kadar air disebabkan karena adanya peningkatan suhu pengeingn atau tekanan uap. Selain itu, peningkatan suhu pengering juga meningkatkan kemampuan spray dryer untuk mengeringkan bahan. sedangkan kandungan air akan semakin menurun searah dengan meningkatnya suhu outlet pada aliran udara pengering yang konstan (Master 1979). Penambahan maltodekstrin dengan konsentrasi 20% menghasilkan nilai kadar air terendah yaitu 4.69% dan nilai kadar air tertinggi pula yaitu 6.87%. Beberapa sampel terdapat kecenderungan nilai kadar air yang

hampir sama berdasarkan konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan meskipun pada suhu pengeringan yang berbeda.

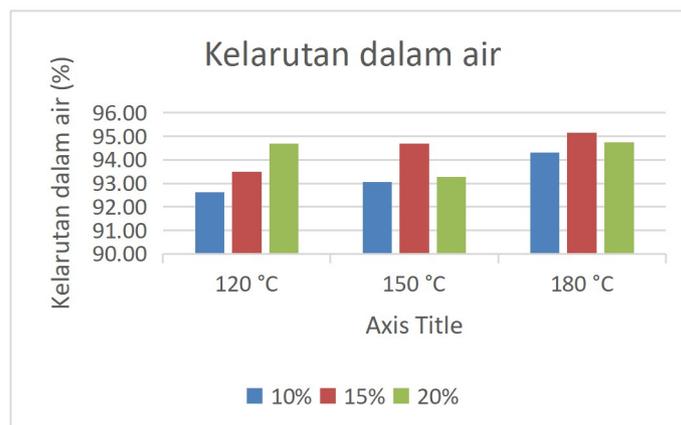
Nilai kadar air yang semakin rendah akan mempengaruhi daya simpan dan keawetan bubuk pala karena berkurangnya aktivitas air pada produk. Semakin rendah nilai aw suatu produk maka semakin rendah pula kadar air nya sehingga menurunkan resiko kerusakan produk secara kimia atau pun secara mikrobiologi. Berdasarkan hasil pengukuran Aw (Activity water) menggunakan pengukur aktivitas air AQUALAB 4TE atau Aw meter, didapatkan nilai Aw paling rendah yaitu 0.354 merupakan hasil interaksi antara perlakuan suhu pengeringan 180 °C dan konsentrasi maltodekstrin 20%. Sedangkan nilai Aw terbesar yaitu 0.435 hasil interaksi antara perlakuan suhu pengeringan 120 °C dan konsentrasi maltodekstrin 20%. Hubungan kadar air dengan aktivitas air (Activity water) berbanding lurus dan semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin rendah nilai Aw pada bubuk pala. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Nilai Aw (Activity water) bubuk pala terhadap perlakuan suhu pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin

4.2.3 Kelarutan Dalam Air

Kelarutan pada produk serbuk menjadi parameter penting dalam menganalisis mutu bubuk yang dihasilkan melalui proses pengeringan. Analisis kelarutan merupakan analisis fisik yang dilakukan dengan melarutkan bubuk ke dalam air kemudian disaring menggunakan kertas saring. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa persentase kelarutan tertinggi yaitu 95.16% hasil interaksi antara perlakuan suhu pengeringan 180 °C dan konsentrasi maltodekstrin 15%. Kemudian disusul dengan persentase kelarutan sebesar 94.75% hasil interaksi perlakuan antara suhu pengeringan 180 °C dan konsentrasi maltodekstrin 20%. Sedangkan tingkat kelarutan terendah dengan persentase sebesar 92.63% hasil interaksi perlakuan antara suhu pengeringan 120 °C dan konsentrasi maltodekstrin 10%. Tingkat kelarutan bubuk pala berdasarkan suhu pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 9.



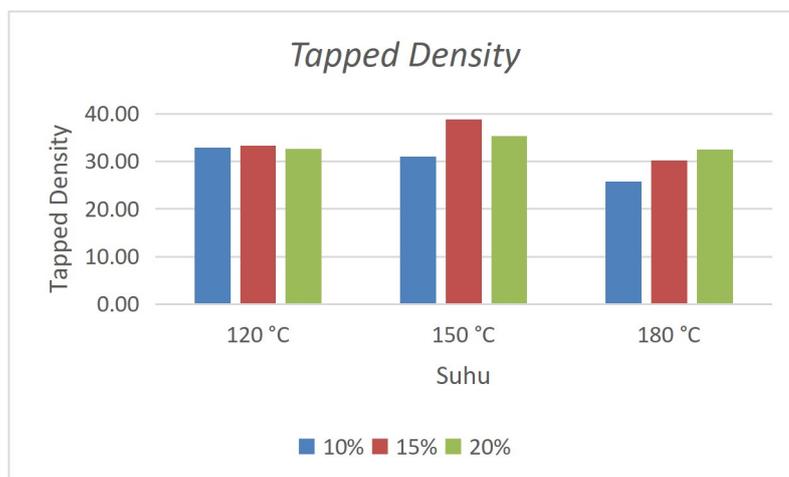
Gambar 9. Tingkat kelarutan bubuk pala terhadap perlakuan suhu pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin

Produk serbuk dengan kualitas terbaik memiliki tingkat kelarutan yang tinggi sehingga menunjukkan kemudahan bubuk dapat larut dalam air. Suhu pengeringan berpengaruh terhadap ukuran partikel bubuk yang dihasilkan. Berdasarkan histogram pada Gambar 9 dapat dilihat semakin tinggi suhu pengeringan maka tingkat kelarutan bubuk pala yang dihasilkan akan semakin besar. Berdasarkan penelitian Tanaya (2011) menunjukkan sebaran bubuk pada suhu pengeringan 160 °C dan 180 °C mayoritas menghasilkan ukuran partikel yang cukup kecil. Hal ini membuktikan bahwa partikel dari suhu pengeringan yang semakin tinggi dapat menghasilkan ukuran partikel yang semakin kecil sehingga daya larut dalam air suatu bubuk akan semakin tinggi dan mudah. Berdasarkan hasil analisa pada gambar 11 konsentrasi maltodekstrin mengalami fluktuasi terhadap persentase kelarutan bubuk yang dihasilkan. Tingkat kelarutan tertinggi pada konsentrasi maltodekstrin 15% dengan persentase 95.16% dibandingkan dengan konsentrasi maltodekstrin 20% sebesar 94.75% dalam suhu pengeringan yang sama. Maltodekstrin bersifat menyerap air sehingga semakin banyak penambahan maltodekstrin maka semakin besar pula daya larut bubuk dalam air.

4.2.4 Tapped Density

Analisa tapped density memampatkan sampel 1 gram yang ditempatkan pada gelas ukur 10 ml. Gelas ukur yang berisi serbuk diberikan ketukan secara kontinyu sehingga menurunkan gesekan antar partikel dalam serbuk. Ketukan akan menyebabkan terbentuknya kembali susunan antar partikel dalam serbuk pada batas volume tetap. Volume akan semakin kecil saat partikel mengisi rongga-rongga kosong karena adanya pemampatan meskipun berat bubuk tetap sama. Kerapatan mampat merupakan sebutan hasil dari volume tetap hasil pemampatan serbuk pada wadah. Berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan kerapatan mampat terendah sebesar 25.73% hasil interaksi antara perlakuan suhu pengeringan 180 °C dan konsentrasi maltodekstrin 10%. Kemudian disusul dengan nilai kerapatan mampat hasil interaksi perlakuan suhu pengeringan 180 °C dan konsentrasi maltodekstrin 15% yaitu 30.24%. Sedangkan kerapatan mampat tertinggi yaitu 38.84% hasil interaksi antara perlakuan suhu pengeringan 150°C

dan konsentrasi maltodekstrin 15%. Nilai kerapatan mampat bubuk pala berdasarkan suhu pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 10.

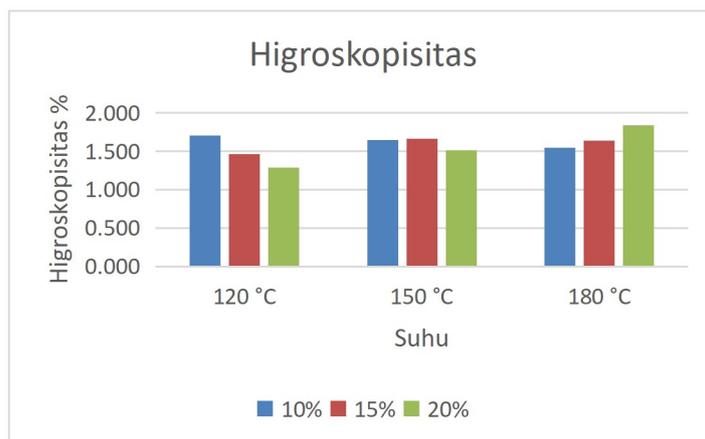


Gambar 10. Tap density bubuk pala terhadap pengaruh suhu pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin.

Ukuran partikel mempengaruhi besar kecilnya densitas yang dihasilkan. Menurut husain *et al.* (2006) semakin rendah kadar air bubuk maka ukuran partikel yang dihasilkan juga akan semakin kecil sehingga nilai densitas bubuk juga semakin besar. Nilai densitas yang tinggi menunjukkan bahwa bubuk yang menempati suatu volume tertentu akan lebih ringkas. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin maka semakin besar juga nilai kerapatan mampat bubuk yang dihasilkan, namun tidak berlaku pada hasil pengeringan pada Gambar 10 dengan nilai kerapatan tertinggi rata-rata berada pada suhu pengeringan 150 °C dan konsentrasi maltodekstrin 15%.

4.2.5 Higroskopisitas

Analisis higroskopisitas dilakukan pada produk pangan yang memiliki wujud bubuk karena tingkat higroskopisitas yang tinggi dapat menurunkan kualitas produk, karena produk yang higroskopis sangat mudah menyerap air. Metode pengukuran higroskopisitas menggunakan metode statis dengan cara meletakkan contoh bahan pangan dalam chamber dengan RH terkontrol. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan nilai higroskopisitas tertinggi yaitu 1.838% hasil interaksi antara perlakuan suhu pengeringan 180 °C dan konsentrasi maltodekstrin 20%. Kemudian disusul dengan nilai higroskopisitas interaksi perlakuan antara suhu pengeringan 120 °C dan konsentrasi maltodekstrin 10% sebesar 1.704%. Sedangkan nilai higroskopisitas terendah yaitu 1.286% hasil interaksi perlakuan antara suhu pengeringan 120 °C dan konsentrasi maltodekstrin 20%. Kemudian disusul dengan nilai higroskopisitas sebesar 1.467% hasil interaksi perlakuan antara suhu pengeringan 120 °C dan konsentrasi maltodekstrin 15%. Tingkat higroskopisitas bubuk pala berdasarkan suhu pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tingkat higroskopisitas bubuk pala terhadap pengaruh suhu dan konsentrasi maltodekstrin

Berdasarkan tingkat higroskopisitas pada Gambar 11 mengalami fluktuasi pada setiap suhu pengering dan kadar maltodekstrin. Menurut Andriani (2013) menyatakan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka daya serap air bubuk akan semakin tinggi karena hal ini berkaitan dengan tingkat kadar air yang dihasilkan. Tingkat kadar air rendah pada bubuk pala menyebabkan nilai higroskopisitas semakin tinggi (Ferrari *et al.* 2012). Kadar air yang rendah memiliki kemampuan menyerap kelembaban lingkungan yang tinggi, hal ini sesuai dengan nilai higroskopis yang didapat pada gambar 13 suhu pengeringan tertinggi yaitu 180 °C menghasilkan nilai higroskopis yang tinggi pula. Menurut Wang dan Zhou (2013) laju higroskopisitas berbanding lurus dengan konsentrasi maltodekstrin, semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan maka semakin meningkat laju higroskopisitasnya. Hal ini tidak berlaku pada hasil analisa Gambar 11 nilai higroskopis terendah berada pada konsentrasi 20% dengan suhu pengeringan 120 °C, namun konsentrasi maltodekstrin 20% juga menghasilkan nilai higroskopis terbesar dengan suhu pengering yang berbeda yaitu 180 °C.

4.3 Solusi Parameter Optimal Suhu Pengeringan dan Konsentrasi Terpilih

Parameter yang digunakan untuk menemukan suhu pengeringan optimal dan konsentrasi maltodekstrin terbaik dalam proses pengeringan sari buah pala menjadi bubuk pala antara lain adalah rendemen, kadar air dan aktivitas air, kelarutan, tapped density dan higroskopisitas. Penentuan perlakuan terbaik suhu pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin dilakukan secara kuantitatif dengan melihat rerata tertinggi atau terendah pada masing-masing parameter. Respon parameter rendemen, kelarutan dan tapped density ditargetkan semaksimal mungkin atau memiliki nilai tertinggi. Sedangkan respon parameter kadar air, aktivitas air dan higroskopis ditargetkan seminimal mungkin atau menghasilkan nilai terendah. nilai parameter penentuan suhu pengeringan optimum dan konsentrasi maltodekstrin terbaik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Parameter penentuan suhu konsentrasi maltodekstrin terbaik

Parameter	Goal	Batas bawah	Batas atas	Perlakuan	
				Suhu °C	Maltodekstrin
Rendemen	<i>Maximize</i>	4.04%	8.84%	180	20%
Kadar air	<i>Minimize</i>	4.69%	6.87%	180	20%
Aktivitas air	<i>Minimize</i>	0.354	0.435	180	20%
Kelarutan	<i>Maximize</i>	92.63%	95.16%	180	15%
Tapped density	<i>Maximize</i>	25.73%	38.84%	150	15%
Higroskopisitas	<i>Minimize</i>	1,286%	1,838%	120	20%

Respon rendemen dipilih sebagai salah satu parameter penentu untuk mengetahui kuantitas bubuk pala hasil pengeringan *spray dryer* dan menentukan nilai ekonomis produk. Semakin besar nilai rendemen yang dihasilkan maka semakin baik karena bubuk pala yang dihasilkan semakin banyak. Respon kadar air yang semakin rendah maka bubuk pala yang dihasilkan dari pengeringan *spray dryer* akan semakin baik, karena rendahnya tingkat kadar air produk dapat memperpanjang umur simpan dan peluang tumbuhnya mikroba semakin rendah. Respon *activity water* berbanding lurus dengan kadar air, semakin rendah nilai Aw maka semakin baik produk bubuk pala. Rendahnya aktivitas air dalam bubuk pala memperpanjang daya simpan dan keawetan bubuk pala. Respon kelarutan dalam air merupakan parameter penting untuk menentukan kualitas produk tepung. Semakin tinggi nilai kelarutan maka semakin banyak bubuk yang dapat larut dalam air dengan mudah. Respon tapped density dipilih untuk mengetahui seberapa ringkas bubuk pala dapat menempati ruang terutama dalam hal pengemasan dan penyimpanan. Semakin besar nilai kerapatan mampat menunjukkan semakin ringkas bubuk pala yang dihasilkan. Respon higroskopisitas merupakan parameter penting untuk mengetahui seberapa besar daya serap bubuk terhadap air. Semakin rendah nilai higroskopisitas menunjukkan semakin rendah pula daya serap bubuk pala terhadap air.

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat secara umum bahwa perlakuan suhu pengeringan 180 °C dan konsentrasi maltodekstrin 20% merupakan perlakuan terbaik dalam penelitian pendahuluan, karena pada perlakuan tersebut diperoleh rendemen tertinggi 8.84% dengan nilai kadar air terendah 4.69% dan aktivitas air 0.354. selain itu, diperoleh nilai kelarutan tertinggi 92.63% pada perlakuan suhu pengeringan 180°C. Walaupun nilai kelarutan tertinggi hasil dari konsentrasi maltodekstrin 15%, namun berdasarkan lampiran 1. konsentrasi maltodekstrin 20% memiliki nilai kelarutan rerata terbesar dibandingkan konsentrasi lainnya. Nilai higroskopisitas terendah yaitu 1.286% merupakan hasil perlakuan maltodekstrin 20%, walaupun pada suhu pengeringan 120 °C namun pengaruh suhu pengeringan 180°C lebih dominan. Nilai tapped density tertinggi berada pada perlakuan suhu pengeringan 150°C dan konsentrasi maltodekstrin 15%, sedangkan perlakuan suhu pengeringan 180°C dan konsentrasi maltodekstrin 20% rerata menghasilkan nilai kerapatan mampat yang lebih rendah. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan suhu pengeringan 180 °C dan konsentrasi maltodekstrin

20% dipilih sebagai suhu pengeringan optimum dan konsentrasi maltodekstrin terbaik pada penelitian utama.

4.4 Pengaruh Serbuk Ampas Buah Pala Terhadap Mutu Bubuk pala

Serbuk ampas buah pala merupakan hasil dari penyaringan dan pengepresan daging buah pala yang sudah dihancurkan lalu diambil sari buahnya, sehingga menyisakan ampas daging buah pala tersebut. Ampas buah pala yang tersisa dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50 °C dalam waktu 24 jam. Ampas pala yang sudah dikeringkan dilakukan proses mikronisasi untuk memperhalus ampas pala menjadi butiran-butiran seperti serbuk, ampas pala kering dihancurkan dengan *electric coffe grinder* kemudian disaring menggunakan ayakan 80 mesh. Penggunaan serbuk ampas pala sebagai bahan pengisi yang dicampur dengan maltodekstrin untuk menghasilkan karakteristik baru terhadap mutu bubuk pala hasil pengeringan semprot (*spray dryer*). Berdasarkan hasil penelitian kadar air serbuk ampas pala setelah dikeringkan sebesar 9.05%, sedangkan nilai kadar abu serbuk ampas pala yaitu 0,89%. Berdasarkan penelitian Dareda *et al.* (2020) mengenai bubuk serat pangan dari daging buah pala yang dikeringkan pada suhu 50-60 °C dan pengayakan 200 mesh memiliki tingkat kadar air 9,11%. Kadar air yang terkandung dalam serbuk ampas pala 9.05% dipengaruhi suhu pengeringan yang digunakan hanya 50°C dan waktu pengeringan yang relatif singkat. Karena semakin meningkat suhu dan lama waktu pengeringan maka kandungan air dalam sampel akan semakin berkurang. Serbuk ampas pala yang telah dikeringkan dan pengayakan 80 mesh dapat dilihat pada Gambar 12.

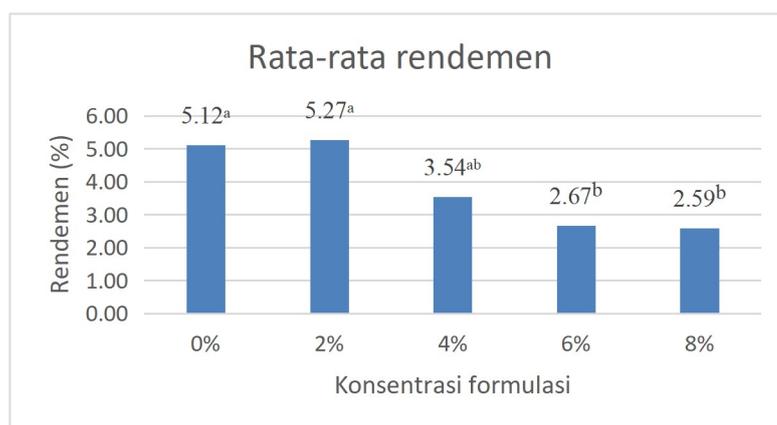


Gambar 12. (a) ampas pala setelah dikeringkan, (b) serbuk ampas pala setelah di giling, (c) serbuk ampas pala penyaringan 80 mesh

4.4.1 Rendemen

Rendemen salah satu parameter penting dalam mengukur kualitas suatu produk akhir hasil suatu produksi. Rendemen merupakan hasil perbandingan produk akhir hasil proses pembuatan dan bahan baku awal sebelum di proses. Keuntungan suatu produksi ditentukan dari banyaknya rendemen yang dihasilkan. Berdasarkan analisa ragam pada Lampiran 3, terlihat bahwa penambahan konsentrasi serbuk ampas sebagai bahan pengisi memberikan hasil yang berbeda nyata pada rendemen bubuk pala ($p < 0.05$). Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan pada Lampiran 7, rendemen bubuk pala terbaik ada pada konsentrasi serbuk ampas pala 2% .

Hasil penelitian menunjukkan rendemen bubuk pala terbesar yaitu 5.27%, konsentrasi serbuk ampas pala 2% sebagai bahan pengisi pelengkap maltodekstrin. Disusul dengan penambahan serbuk ampas pala 0% menghasilkan rendemen 5.12%, konsentrasi serbuk ampas pala 0% menunjukkan bahwa bahan pengisi larutan sari buah pala sebelum dikeringkan hanya campuran maltodekstrin 20%. Sedangkan rendemen bubuk pala terendah yaitu 2.59% hasil dari campuran konsentrasi serbuk ampas pala 8% sebagai bahan pengisi pelengkap maltodekstrin. Disusul dengan rendemen bubuk pala sebesar 2.67% hasil dari konsentrasi serbuk ampas pala 6% sebagai bahan pengisi. Rata-rata rendemen bubuk pala berdasarkan konsentrasi serbuk ampas pala dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Rata-rata rendemen bubuk pala berdasarkan konsentrasi serbuk ampas pala

Berdasarkan hasil rendemen pada Gambar 13 penambahan konsentrasi serbuk ampas pala dapat menurunkan tingkat rendemen. Semakin banyak konsentrasi ampas pala yang ditambahkan sebagai bahan pengisi, maka semakin berkurang konsentrasi maltodekstrin dari konsentrasi awal 20%. Karena penambahan maltodekstrin pada larutan sari buah pala sebagai bahan pengisi dapat menambahkan massa produk akhir hasil pengeringan. Penurunan nilai rendemen karena penambahan serbuk ampas pala yang semakin banyak dapat mengurangi jumlah rendemen akibat ukuran partikel yang cukup besar dan larutan yang pekat. Hal itu dapat menghambat proses pengeringan pada alat spray dryer.

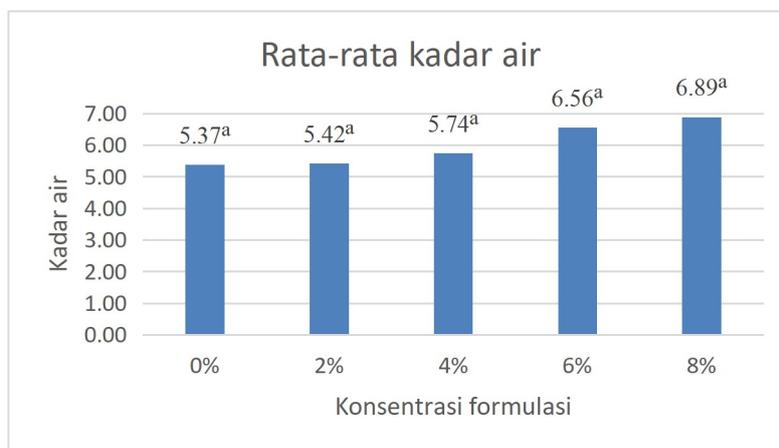
Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan konsentrasi 2% menghasilkan rendemen lebih besar dibandingkan 0% dan tidak berbeda nyata. Menurut Tanaya (2011) pada saat pengeringan beberapa sampel tidak berhasil dikeringkan dengan sempurna sehingga berkurangnya nilai rendemen. Hal itu terjadi saat sampel atau bahan disemprotkan melalui nozzle menghasilkan droplet atau butiran yang semi basah sehingga seringkali menempel pada dinding drying chamber dan tidak berhasil mencapai siklon. Sisa sampel yang masih basah dan menempel pada dinding drying chamber tidak dihitung sebagai rendemen sebelum bubuk lolos ke dalam wadah penampung di bawah siklon. Jumlah rendemen yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh nilai kadar air bubuk pala, tingginya suhu saat proses pengeringan menghasilkan bubuk sari buah pala dengan kadar air yang rendah sehingga rendemen yang dihasilkan akan semakin besar karena kandungan air

dalam bahan akan teruap dan terbawa oleh udara panas menyebabkan bahan akan menjadi lebih kering saat menjadi bubuk sari buah pala. Berdasarkan Lampiran 17, terdapat hubungan korelasi negatif sempurna antara rendemen dan kadar air yaitu sebesar -0.93 oleh karena itu, semakin besar nilai rendemen yang dihasilkan maka kadar air bubuk pala semakin rendah.

4.4.2 Kadar air

Pengukuran kadar air menjadi salah satu parameter dalam menentukan kualitas dan mutu suatu produk. Bubuk pala memiliki umur simpan yang relatif lama jika memiliki kadar air yang rendah. Kadar air yang semakin rendah dalam suatu bahan karena produk memiliki air bebas yang rendah sehingga produk akan lebih awet dan terhindar dari kerusakan bahan maupun serangan mikroorganisme. Menurut Winarto (1995) kandungan air dalam bahan yang semakin berkurang, dapat memperpanjang daya simpan dan kemungkinan bahan rusak oleh mikroba semakin kecil.

Berdasarkan hasil analisis ragam pada Lampiran 4, terlihat bahwa penambahan konsentrasi serbuk ampas pala sebagai bahan pengisi pelengkap maltodekstrin memberikan hasil yang tidak berbeda nyata pada kadar air bubuk pala ($p>0.05$). Kadar air terbesar yang dicapai yaitu 6.88% hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 8%. Kemudian disusul dengan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 6% menghasilkan kadar air yaitu 6.55%. Sedangkan nilai kadar air terendah yaitu 5.37% hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 0% . kemudian disusul dengan penambahan konsentrasi serbuk pala 2% menghasilkan kadar air sebesar 5.42%. Rata-rata nilai kadar air bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Rata-rata kadar air bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala

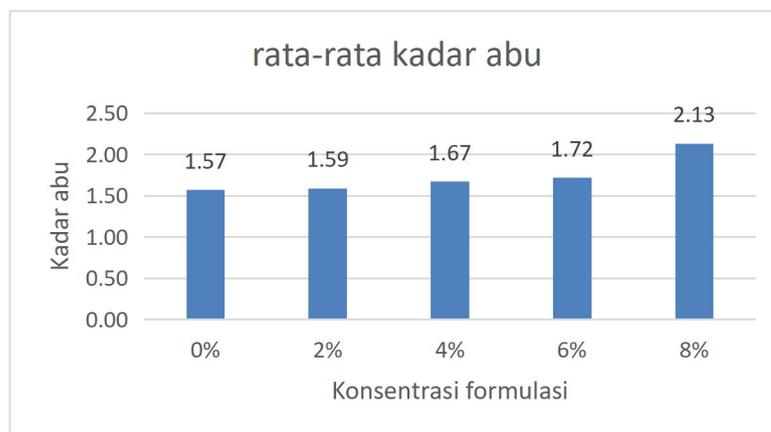
Berdasarkan Gambar 14 menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi serbuk ampas pala yang ditambahkan kadar air bubuk pala juga semakin meningkat. Hal ini karena adanya penambahan serbuk ampas dan pengurangan maltodekstrin sebagai bahan pengisi. Menurut Gabriela *et al.* (2020) penambahan maltodekstrin dapat menurunkan kadar air, karena kelarutan maltodekstrin dalam

air relatif rendah dan menurunkan daya ikat dengan bahan lain sehingga akan lebih mudah menguap saat proses pemanasan. Tingginya nilai kadar air saat penambahan serbuk pala dipengaruhi kadar air serbuk ampas pala yang cukup tinggi, karena hanya dikeringkan pada suhu pengeringan 50°C. Selain itu, pengayakan 80 mesh menghasilkan ukuran partikel serbuk yang masih cukup besar sehingga seringkali terjadi penggumpalan pada saat pengeringan.

Aktivitas air atau *Aw* (*Activity water*) juga menentukan daya simpan dan keawetan bubuk pala. Berdasarkan analisa ragam pada Lampiran 5, terlihat bahwa konsentrasi serbuk ampas pala tidak berbeda nyata dengan nilai *Aw*. Nilai *Aw* terendah yaitu 0.450 merupakan hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 6%. Sedangkan nilai *Aw* tertinggi yaitu 0.483 hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 0%. Berdasarkan rata-rata nilai *Aw* hasil penelitian mengalami fluktuasi pada setiap penambahan konsentrasinya. Namun, nilai *Aw* yang dihasilkan sudah cukup untuk bubuk pala agar terhindar dari bakteri dan khamir karena nilai *Aw* < 0.80.

4.4.3 Kadar abu

Nilai kadar abu bubuk pala menunjukkan total mineral yang terkandung dalam bahan pangan tersebut. Semakin rendah nilai kadar abu bubuk pala hasil pengujian maka semakin baik pula mutunya. Komponen mineral utama yang dikandung oleh buah pala yaitu kalsium dan zat besi. Menurut Andarwulan *et al.* (2011) abu merupakan proses pembakaran atau oksidasi komponen organik bahan yang menghasilkan residu anorganik. Selain kandungan mineral yang terkandung dalam bahan, pengujian kadar abu juga menunjukkan kemurnian dan kebersihan produk yang dihasilkan. Hasil pengukuran rata-rata kadar abu bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Rata-rata nilai kadar abu bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala

Hasil penelitian menunjukkan kadar abu bubuk pala terendah yaitu 1.57% hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 0%. Sedangkan nilai kadar air paling besar yaitu 2.13% hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 8%. Berdasarkan hasil analisa ragam pada Lampiran 6, dapat dilihat bahwa konsentrasi serbuk ampas pala tidak berbeda nyata dengan nilai kadar abu.

Penambahan konsentrasi serbuk ampas pala yang semakin banyak menunjukkan kenaikan nilai kadar abu. Sedangkan hasil kadar abu terendah berasal dari konsentrasi maltodekstrin murni sebesar 20%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bunardi *et al.* (2016) bahwa perbedaan kadar abu dipengaruhi oleh sifat maltodekstrin yang mampu menjaga keberadaan unsur yang terkandung dalam minuman serbuk. Semakin tinggi konsentrasi bahan pengisi yang ditambahkan maka nilai kadar abu juga akan semakin meningkat. Karena dalam proses pembakaran zat-zat organik akan terbakar, namun zat-zat anorganik tidak (Winarno 2002).

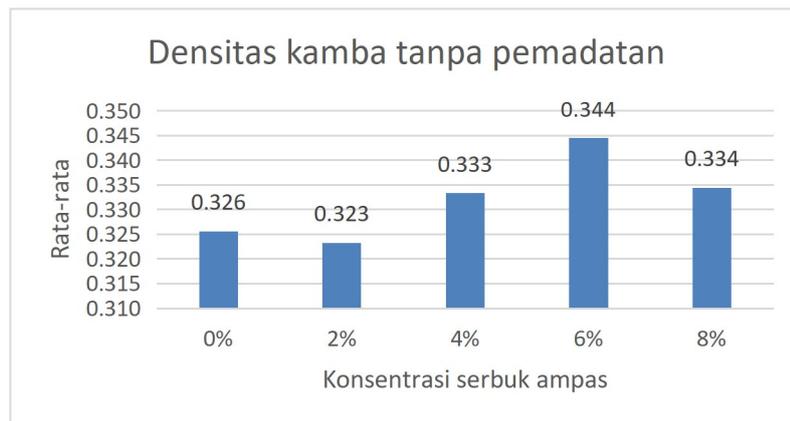
4.4.4 Densitas kamba

Densitas kamba merupakan parameter penting untuk menentukan mutu produk terutama dalam bentuk bubuk agar mengetahui kebutuhan dalam proses pengemasan, penyimpanan dan pengangkutan. Densitas kamba adalah pembagian antara bobot bahan dengan volume yang ditempatinya dan ruang kosong antara butiran bahan (syarief *et al.* 1988). Menurut Siswanto dan Wanito (2017) pengukuran densitas kamba suatu bahan dibutuhkan untuk penyimpanan bahan tersebut, sehingga dapat memprediksi besarnya ruang yang dibutuhkan. Nilai densitas kamba suatu bahan yang semakin tinggi menunjukkan kualitas bahan tersebut semakin baik karena bahan akan lebih ringkas.

Nilai densitas di pengaruhi oleh metode pengukuran dan besar kecilnya partikel yang dihasilkan. Menurut Tanaya (2011) menyata bahwa hal lain yang dapat mempengaruhi nilai densitas kamba yaitu karakteristik ukuran partikel atau granula, ruang kosong dan porositas. Nilai densitas kamba yang semakin besar maka kemasan yang dibutuhkan akan semakin kecil untuk jumlah berat bahan yang sama.

4.4.4.1 Densitas kamba tanpa pemadatan

Berdasarkan hasil analisis ragam pada Lampiran 7, terlihat bahwa konsentrasi serbuk ampas pala memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap nilai densitas kamba tanpa pemadatan pada bubuk pala ($p < 0.05$). hasil penelitian menunjukkan nilai densitas kamba tanpa pemadatan tertinggi yaitu 0.344 g/ml hasil konsentrasi serbuk ampas pala 6%. Sedangkan nilai densitas kamba tanpa pemadatan terendah yaitu 0.323 g/ml hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 2%. Nilai densitas kamba tanpa pemadatan hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala dapat dilihat pada Gambar 16.

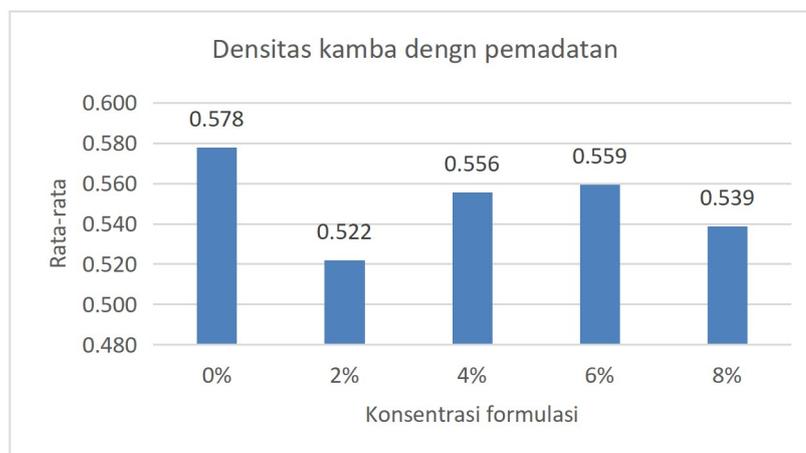


Gambar 16. Rata-rata nilai densitas kamba tanpa pemadatan terhadap penambahan konsentrasi serbuk ampas pala

Menurut Hudin dan Winarno (1989) menyatakan bahwa penambahan konsentrasi bahan pengisi dapat mempengaruhi nilai densitas kamba yang semakin tinggi. Namun berdasarkan hasil penelitian nilai densitas kamba mengalami kenaikan dan penurunan secara fluktuasi. Hal ini disebabkan ukuran partikel bubuk pala yang dihasilkan yang bervariasi, karena pengaruh dari penambahan serbuk ampas pala yang memiliki ukuran partikel cukup besar.

4.4.4.2 Densitas kamba dengan pemadatan

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 8), terlihat bahwa penambahan konsentrasi serbuk ampas pala sebagai bahan pengisi memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap nilai densitas kamba dengan pemadatan pada bubuk pala ($p < 0.05$). Berdasarkan uji lanjut Duncan, hasil terbaik nilai densitas kamba dengan pemadatan adalah bubuk pala pada konsentrasi serbuk ampas 0%. Bubuk pala hasil penambahan serbuk ampas 0% menghasilkan nilai densitas kamba dengan pemadatan tertinggi yaitu 0.578 g/ml. Sedangkan nilai densitas kamba dengan pemadatan terendah yaitu 0.522 g/ml hasil konsentrasi serbuk ampas pala 2%. Nilai densitas kamba dengan pemadatan bubuk sari buah pala hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala dapat dilihat pada Gambar 17.



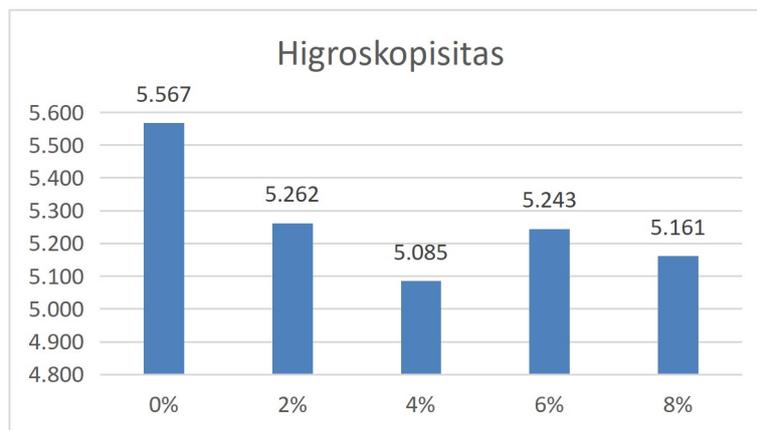
Gambar 17. Nilai densitas kamba dengan pemadatan

Menurut Husain *et al.* (2006) menyatakan bahwa kadar air mempengaruhi nilai densitas kamba suatu bahan. Semakin rendah kadar air bubuk maka semakin besar nilai densitas kamba bubuk karena butiran yang dihasilkan memiliki volume yang kecil. Hal ini sesuai dengan nilai kadar air terendah bubuk pala berada pada konsentrasi serbuk ampas pala 0% dan nilai densitas kamba dengan pemadatan terbesar berada pada konsentrasi serbuk pala 0%. Namun, terjadi penurunan nilai densitas kamba saat penambahan konsentrasi serbuk ampas pala sebesar 2%. Hal ini sesuai dengan hasil uji korelasi pada Lampiran 17, terdapat hubungan negatif antara kadar air dan densitas kamba yaitu sebesar -0.13 , menunjukkan bahwa semakin besar kadar air bubuk sari buah pala maka akan menurunkan densitas kamba yang dihasilkan.

4.4.5 Higroskopisitas

Higroskopisitas merupakan indeks penyerapan air yang berkaitan dengan stabilitas penyimpanan produk dan menyatakan kenaikan berat per gram serbuk padat (Cervantes *et al.* 2016). Penyerapan uap air yang tinggi menunjukkan nilai higroskopisitas produk yang tinggi pula. Produk yang higroskopis harus disimpan pada tempat/ wadah dengan pengemasan rapat dan aktivitas airnya rendah.

Berdasarkan hasil analisis ragam pada Lampiran 9, terlihat bahwa penambahan konsentrasi serbuk ampas pala sebagai bahan pengisi memberikan hasil tidak berbeda nyata terhadap nilai higroskopisitas bubuk pala. Nilai higroskopisitas tertinggi yaitu 5.567% hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 0%. Sedangkan nilai higroskopisitas terendah yaitu 5.085% hasil konsentrasi serbuk ampas pala 4%. Kemudian disusul dengan penambahan konsentrasi serbuk ampas 8% menghasilkan nilai higroskopisitas 5.161%. Hasil pengukuran nilai higroskopisitas bubuk sari buah pala terhadap penambahan konsentrasi serbuk ampas pala dapat dilihat pada Gambar 18.



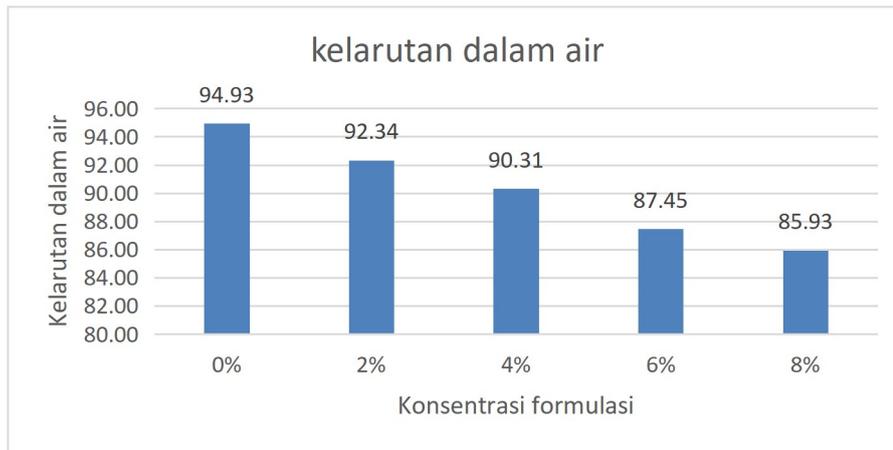
Gambar 18. Rata-rata nilai higroskopisitas bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala

Nilai higroskopisitas bubuk pala menurun dengan meningkatnya konsentrasi serbuk ampas pala yang ditambahkan. Hal ini dipengaruhi dari penambahan serbuk ampas yang semakin banyak menghasilkan bubuk pala dengan kadar air tinggi, sehingga kemampuan bubuk untuk menyerap kelembaban semakin berkurang. Konsentrasi maltodekstrin akan terus berkurang dengan adanya penambahan serbuk ampas pala sebagai agen pembawa. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wang dan Zhou (2013) semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin maka semakin meningkat laju higroskopisitasnya. Menurut Ferrari *et al.* (2012) higroskopisitas suatu bubuk berhubungan dengan kadar air, semakin rendah kadar air bubuk maka kemampuan menyerap kelembaban lingkungan juga tinggi sehingga nilai higroskopisitasnya juga semakin meningkat. Berdasarkan pernyataan tersebut, konsentrasi serbuk ampas pala 0% memiliki nilai kadar air paling rendah dan menghasilkan nilai higroskopisitas paling tinggi. Hal ini sesuai dengan hasil uji korelasi pada Lampiran 17, terdapat hubungan negatif antara kadar air dan higroskopisitas yaitu sebesar -0.49, hal itu menunjukkan nilai kadar air yang semakin rendah akan mempengaruhi meningkatnya higroskopisitas bubuk sari buah pala.

4.4.6 Kelarutan dalam air

Kelarutan dalam air merupakan salah satu parameter penting dalam pengukuran mutu suatu bubuk instan dengan cara melarutkan bahan kedalam air, kemudian disaring vakum dengan kertas saring. Hasil penyaringan pada kertas saring menyisakan semakin banyak residu menunjukkan bahwa kelarutan bubuk semakin rendah. Menurut Andriani *et al.* (2013) kelarutan suatu bubuk merupakan tingkat kemudahan bubuk dapat larut dalam air secara keseluruhan, oleh karena itu semakin tinggi nilai kelarutan suatu bahan maka semakin mudah bubuk larut dalam air.

Berdasarkan hasil analisa uji ragam (Lampiran 10), terlihat bahwa penambahan konsentrasi serbuk ampas pala memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap nilai kelarutan ($p < 0.05$). berdasarkan uji lanjut Duncan, kelarutan bubuk pala dalam air yang paling baik adalah bubuk hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 0% yang menghasilkan nilai kelarutan terbesar yaitu 94.93%. kemudian disusul dengan nilai kelarutan sebesar 92.34% hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 2%. Sedangkan nilai kelarutan bubuk pala terendah yaitu 85.93% hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 8%. Nilai kelarutan dalam air bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Nilai kelarutan dalam air bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala

Penurunan nilai kelarutan pada bubuk pala disebabkan karena penambahan serbuk ampas sebagai bahan pengisi pengeringan sari buah pala, saat bubuk pala dilarutkan kedalam air kemampuan bubuk untuk mengikat air menjadi rendah karena gugus hidrolis dalam serbuk ampas yang sedikit. Ukuran partikel serbuk ampas pala yang cukup besar karena hanya melalui pengayakan 80 mesh menjadi faktor semakin rendahnya daya larut bubuk pala. Berdasarkan pernyataan Wismono dan Riyanto (1996) empat faktor yang mempengaruhi kelarutan suatu zat padat dalam air yaitu, suhu pelarut, adanya pengadukan, besar/kecilnya ukuran zat, banyak sedikitnya zat pelarut. Semakin berkurangnya konsentrasi maltodekstrin sebagai bahan kombinasi menjadi faktor semakin rendah nilai kelarutan. Menurut Yuliawaty dan Susanto (2015) maltodekstrin yang terkandung sebagai bahan pengisis dapat langsung berinteraksi dengan air karena banyaknya gugus hidrolis sehingga meningkatkan daya larut bubuk yang dihasilkan dalam air.

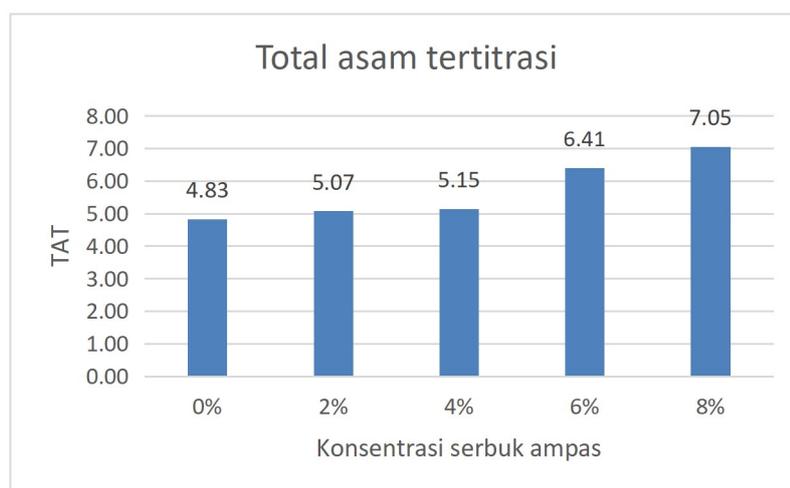
Nilai kelarutan memiliki hubungan antara kadar air. Kadar air bubuk pala yang semakin tinggi berhubungan sama dengan semakin rendahnya pula tingkat kelarutan dalam air tepung. Hal ini sesuai dengan hasil uji korelasi pada Lampiran 17, terdapat hubungan negatif sempurna antara kelarutan dan kadar air bubuk pala yaitu sebesar -0.96 . Menurut Timothy (2019) bahan dengan kadar air yang tinggi cenderung menggumpal dan tak memiliki pori-pori yang cukup untuk dapat menyerap air dalam jumlah besar, sehingga bentuk bahan akan menempel satu sama lain dan butiran lebih besar.

4.4.7 Total asam tertitrasi

Analisa total asam merupakan salah satu parameter untuk mengukur kandungan asam suatu bahan setelah melalui suatu proses perubahan bentuk. total asam suatu kepekatan yang diperlukan untuk menetralsir larutan basa sehingga menunjukkan total asam yang terkandung di dalam bahan (Aulia *et al.* 2018). Total asam suatu bahan memiliki hubungan dengan pH, semakin tinggi kadar asam atau total asam bahan maka akan terjadi penurunan pH.

Berdasarkan hasil analisis ragam pada Lampiran 11, terlihat bahwa penambahan konsentrasi serbuk ampas pala memberikan hasil yang berbeda nyata

terhadap total asam tertitiasi bubuk pala ($p < 0.05$). Hasil uji lanjut Duncan memberikan total asam terlarut bubuk pala terbaik pada konsentrasi serbuk ampas 8% dan menunjukkan hasil berbeda nyata dengan konsentrasi serbuk ampas pala 6% dan 2%. Berdasarkan hasil analisa total asam tertitiasi tertinggi yaitu 7.05% hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala. Sedangkan nilai total asam tertitiasi terendah yaitu 4.83% hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 0%. Nilai total asam tertitiasi bubuk pala berdasarkan penambahan serbuk ampas pala dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Nilai total asam tertitiasi bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala

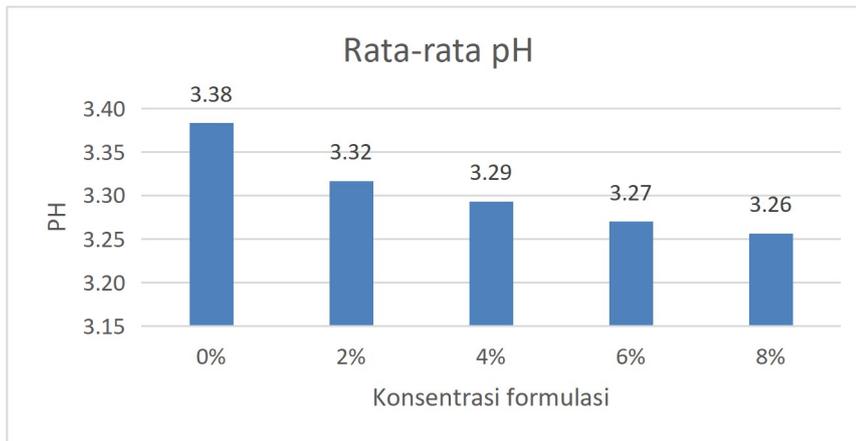
Berdasarkan Gambar 20, Nilai total asam tertitiasi bubuk pala terus meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi serbuk ampas pala. Hal ini dikarenakan kandungan serbuk ampas pala yang berasal dari daging buah pala masih mengandung banyak kandungan asam, sehingga semakin tinggi konsentrasi serbuk ampas maka semakin meningkat nilai total asam bubuk yang dihasilkan. Rendahnya total asam pada konsentrasi serbuk ampas 0% dipengaruhi kandungan bahan pengisi 20% maltodekstrin. Menurut Masyhura (2021) semakin tinggi penambahan maltodekstrin maka kandungan total asam pada bubuk akan semakin berkurang, karena total mikroba yang semakin meningkat dengan bertambahnya maltodekstrin menyebabkan asam pada bahan cepat menguap. Berdasarkan pernyataan Ariantika *et al.* (2017) pengeringan pada suhu tinggi dapat menyebabkan penurunan nilai total asam tertitiasi karena penguapan air dan asam organik saat pengeringan serta rusaknya mikroorganisme penghasil asam. Hal ini tidak sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan peningkatan nilai total asam, karena pengaruh penambahan serbuk ampas pala memiliki kandungan asam yang kuat walaupun pada suhu pengeringan yang sama.

4.4.8 Uji pH

Nilai pH adalah gambaran derajat keasaman suatu larutan berdasarkan ukuran konsentrasi ion hidrogen yang terdisosiasi untuk menyatakan tingkat keasaman dan kebasahan yang dimiliki suatu larutan. Nilai pH hasil pengukuran dari aktivitas ion hidrogen yang didefinisikan sebagai minus logaritma dan

memiliki skala pengukuran berkisar 0 hingga 14 (Darusman 2001). Skala nilai pH menghasilkan nilai kurang dari 7 larutan bersifat Asam, sedangkan nilai pH lebih besar dari 7 larutan bersifat basa dan nilai pH 7.0 bersifat netral.

Berdasarkan hasil analisa ragam pada Lampiran 12, terlihat bahwa penambahan konsentrasi serbuk ampas pala memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap nilai pH bubuk pala. Nilai pH tertinggi bubuk pala hasil pengeringan yaitu 3.38 konsentrasi serbuk ampas pala 0%. Nilai pH terendah bubuk pala yaitu 3.26 hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 8%. Nilai pH bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Nilai pH bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala

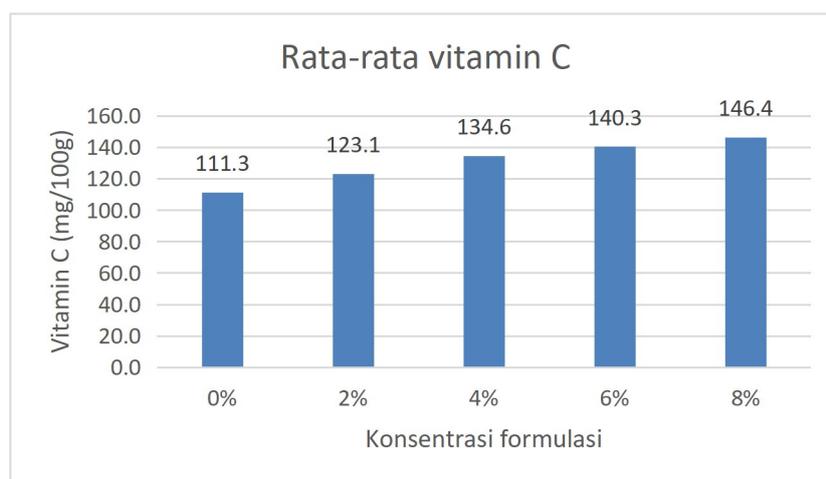
Hasil pengukuran pH pada Gambar 21. Menunjukkan penurunan nilai pH searah dengan peningkatan konsentrasi serbuk ampas. Semakin rendah nilai pH bubuk pala menunjukkan semakin tinggi keasaman bubuk. Hal ini sesuai dengan hasil korelasi pada Lampiran 17, hubungan antara pH dan total asam terlarut menunjukkan nilai negatif sempurna yaitu sebesar -0.81. Menurut Indriaty dan Assah (2015) rendahnya nilai pH serbuk pala saat dilarutkan karena adanya pembentukan asam karbonat yang mengurangi ion H^+ yang menyebabkan keasaman larutan meningkat dan nilai pH rendah. Faktor lain yang menyebabkan tingkat keasaman bubuk pala, kandungan serbuk ampas yang berasal dari pati daging buah pala menambah keasaman bubuk pala yang dihasilkan. Namun, nilai pH sari buah pala murni yaitu 2.89 yang dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai ini lebih rendah dibandingkan nilai pH bubuk sari buah pala hasil pengeringan. Karena sari buah pala telah melalui proses pengeringan dengan *spray dryer* yang menggunakan suhu pengeringan cukup tinggi sehingga mempengaruhi asam-asam organik pada larutan (Ariantika 2017).

4.4.9 Vitamin C

Vitamin C pada bubuk pala diukur dengan mengukur kandungan asam askorbat dalam sari buah pala dan bubuk pala. Asam askorbat sebagai karbohidrat yang merupakan turunan heksosa berkaitan erat dengan monosakarida. Menurut Tanaya (2011) vitamin C berfungsi sebagai stabilizer dan antioksidan, namun

mudah teroksidasi saat bahan kontak langsung dengan udara terutama saat mengalami proses pengeringan seringkali vitamin C cepat mengalami kerusakan.

Berdasarkan hasil analisa pada Lampiran 13, terlihat bahwa penambahan konsentrasi serbuk ampas pala tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar vitamin C bubuk pala. Hasil penelitian menunjukkan nilai kadar vitamin C bubuk pala tertinggi yaitu 146.39 mg/100g hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 8%. Nilai kadar vitamin C bubuk pala terendah yaitu 111.27 mg/100g hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 0%. Nilai vitamin C bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Nilai vitamin C bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala

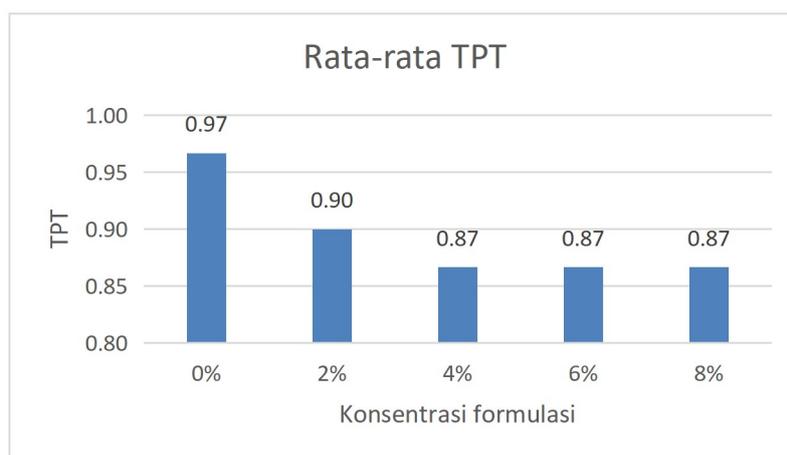
Berdasarkan nilai vitamin C pada Gambar 22. Terlihat peningkatan kadar vitamin C bubuk pala searah semakin tinggi konsentrasi serbuk ampas pala yang ditambahkan sebagai bahan pengisi. Meskipun pati ampas pala sudah melalui proses pengeringan untuk menjadi serbuk sebelum ditambahkan dengan maltodekstrin, namun kandungan vitamin C yang cukup tinggi pada daging buah pala menjadi salah satu pengaruh semakin bertambahnya kadar vitamin C bubuk sari buah pala yang dihasilkan. Berdasarkan hasil uji korelasi pada Lampiran 17, terdapat hubungan positif antara vitamin C dan total asam yaitu sebesar 0.87, hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi total asam tertitrasi bubuk sari buah pala maka semakin tinggi pula kandungan vitamin C. Menurut Gabriela *et al.* (2020) penambahan maltodekstrin sebagai bahan pengisi dapat membantu mengurangi kerusakan kandungan vitamin C dalam bahan, karena penggunaan filler dapat melindungi komponen gizi bahan termasuk aktivitas antioksidan, meskipun kandungan vitamin C mengurang dan teroksidasi saat melalui proses pengeringan.

4.4.10 Total padatan terlarut

Total padatan terlarut merupakan banyaknya padatan yang terdapat pada larutan bubuk pala yang telah dilarutkan kembali dengan aquades. Analisa jumlah zat yang terlarut dalam air yaitu mengukur jumlah ion dalam larutan. Menurut

Winarno dan Aman (1979) total padatan terlarut mengukur banyaknya kadar gula atau kadar padatan yang terlarut. Bubuk pala akan dilarutkan kembali dengan aquades untuk pengukuran menggunakan refraktometer.

Hasil uji TPT dapat dilihat pada Gambar 23. Nilai TPT bubuk pala secara umum mengalami penurunan setiap penambahan konsentrasi serbuk ampas. Nilai TPT bubuk pala tertinggi yaitu 0.97 °Brix hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas pal 0%. Nilai TPT bubuk pala paling rendah yaitu 0.87°Brix menunjukkan hasil yang sama pada tiga jenis konsentrasi serbuk ampas yaitu konsentrasi 4%, 6% dan 8%. Berdasarkan hasil analisa ragam pada Lampiran 14, terlihat bahwa konsentrasi serbuk ampas pala tidak berpengaruh nyata terhadap nilai total padatan terlarut pada bubuk pala. Hasil uji total padatan terlarut bubuk pala dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Nilai total padatan terlarut bubuk pala berdasarkan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala

Berdasarkan hasil total padatan terlarut bubuk sari buah pala pada Gambar 23. Nilai TPT mengalami penurunan searah dengan penambahan konsentrasi. Tiga jenis penambahan konsentrasi yang berbeda menghasilkan nilai total padatan terlarut yang sama dan paling rendah. Hal ini dikarenakan penambahan serbuk ampas pala memiliki ukuran partikel yang cukup besar sehingga lebih sulit terekstrak dibanding dengan maltodekstrin. Menurut Fauzi *et al.* (2019) menyatakan bahwa semakin tinggi nilai total padatan terlarut suatu bahan menunjukkan bahan tersebut mudah terlarut. Hal ini sesuai dengan hasil korelasi pada Lampiran 17, terdapat hubungan positif sempurna antara total padatan terlarut dan kelarutan dalam air yaitu sebesar 0.85. Berkurangnya konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan sebagai bahan pengisi menjadi faktor menurunnya nilai total padatan terlarut. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan maltodekstrin memiliki sifat mudah larut dalam air tidak kental dan lebih stabil dibandingkan pati sehingga dapat meningkatkan nilai total padatan terlarut bubuk pala (Mulyani *et al.* 2014).

4.4.11 Warna

Analisa warna bubuk pala diukur menggunakan alat *Chromameter*. Prinsip kerja *Chromameter* memancarkan sinar *xenom* yang menyebar merata pada permukaan sampel sehingga memberikan pantulan warna yang dihasilkan oleh permukaan sampel yang diukur. Menurut Soekarto (1990) menyatakan terdapat 3 unsur warna pada suatu produk yaitu *lightness*, *hue* dan kroma (intensitas warna kromatik). *Lightness* atau derajat putih (L^*) merupakan suatu nilai yang menunjukkan tingkat kecerahan suatu produk yang berkisar antara 0 hingga 100. Tingkat kecerahan bubuk menjadi parameter penting untuk melihat mutu fisik bubuk tersebut, karena proses pengeringan semprot seringkali bubuk yang dihasilkan berwarna gelap apabila suhu yang digunakan terlalu tinggi. Nilai L^* yang mendekati 100 mendefinisikan bubuk yang dihasilkan semakin cerah.

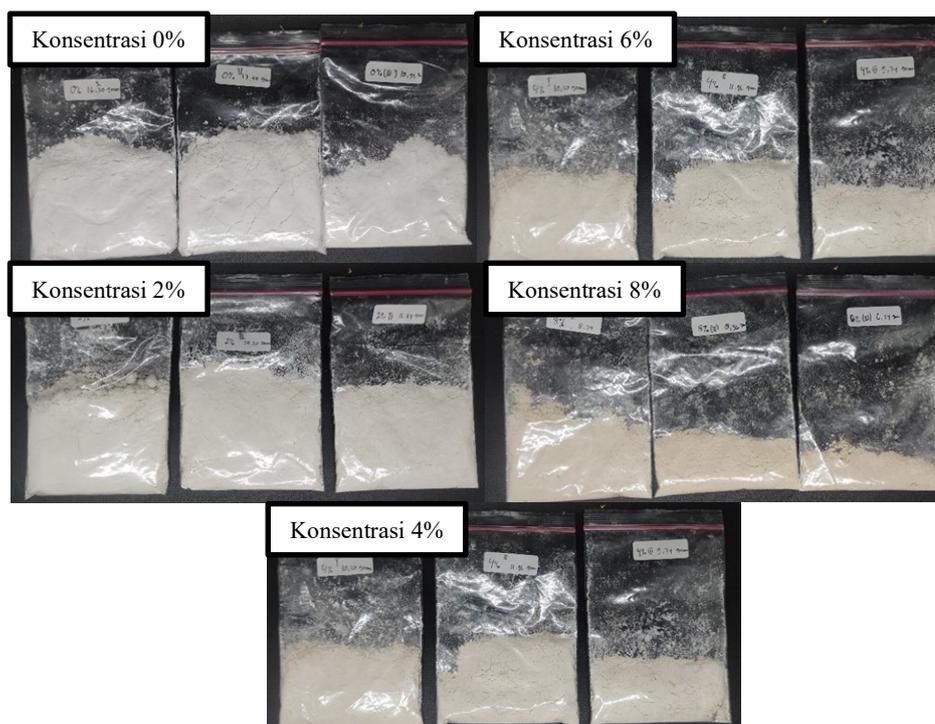
Berdasarkan tabel 5, dapat dilihat bahwa bubuk pala hasil penambahan konsentrasi serbuk ampas 8% memiliki nilai L atau kecerahan paling rendah yaitu 88.70, lalu disusul nilai L bubuk pala pada konsentrasi serbuk ampas 6% yaitu sebesar 89.78. nilai L bubuk ampas pala paling tinggi yaitu sebesar 98.64 hasil konsentrasi serbuk ampas pala 0%. Tingginya tingkat kecerahan yang dihasilkan menunjukkan bahwa bubuk pala berwarna cerah, sedangkan nilai L yang rendah menunjukkan bubuk pala berwarna putih kecoklatan. Semakin tinggi konsentrasi serbuk ampas pala yang ditambahkan sebagai bahan pengisi, tingkat kecerahan atau nilai L bubuk pala yang dihasilkan semakin menurun. Hal ini dikarenakan warna serbuk pati pala yang dikeringkan memberikan warna kecoklatan kemudian dilakukan proses pengeringan pada suhu yang cukup tinggi. Hasil pengukuran warna bubuk pala berdasarkan konsentrasi serbuk ampas pala dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengukuran warna bubuk pala

konsentrasi	L^*	a^*	b^*
0%	98,64	0,87	5,02
2%	95,63	1,30	8,29
4%	93,29	1,84	10,37
6%	89,78	2,61	12,79
8%	88,70	2,95	13,77

Nilai L atau tingkat kecerahan larutan sari buah pala sebelum dilakukan pengeringan memiliki nilai L terendah pada konsentrasi serbuk ampas 8% menghasilkan tingkat kecerahan yaitu 41.28 tingkat kecerahan larutan cenderung lebih gelap dibanding dengan bubuk pala hasil pengeringan semprot. Nilai tingkat kecerahan dan hasil pengukuran warna larutan sari buah pala dapat dilihat pada Lampiran 15. Nilai tersebut menunjukkan bahwa warna bubuk pala cenderung

lebih terang dibandingkan larutan sari buah pala. Menurut Yulianty dan Wahono (2015) maltodekstrin memiliki kemampuan mengikat zat larutan yang akan dibawa sehingga warna bubuk hasil pengeringan akan lebih cerah karena warna putih cerah yang dimiliki maltodekstrin. Hasil analisis ragam (Lampiran 15), interaksi konsentrasi serbuk ampas pala sebagai bahan pengisi pelengkap maltodekstrin memberikan hasil tidak berpengaruh nyata ($p>0.05$) terhadap tingkat kecerahan bubuk pala. Bubuk pala hasil interaksi berbagai konsentrasi serbuk ampas pala dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Tingkat kecerahan bubuk sari buah pala berdasarkan konsentrasi serbuk ampas pala

4.4.12 Pemilihan Konsentrasi Terbaik

Kombinasi konsentrasi terbaik bahan pengisi antara serbuk ampas pala dan maltodekstrin ditentukan dengan metode pembobotan terhadap parameter analisis yang diukur dari bubuk sari buah pala hasil pengeringan semprot. Hasil analisis tiap parameter menunjukkan hasil konsentrasi unggulan yang beragam, sehingga tidak cukup memberikan informasi untuk menentukan kombinasi konsentrasi yang terbaik. Menurut Herani (2003) metode pembobotan menunjukkan seberapa besar pengaruh suatu parameter terhadap produk yang dihasilkan, sehingga pemilihan perlakuan terbaik pada tiap parameter ditentukan secara subyektif. Penentuan konsentrasi terbaik dilakukan dengan membagi parameter analisis berdasarkan prioritasnya dengan memberikan skor/nilai dari skala 1 sampai 5. Parameter Sangat penting diberikan nilai 5, parameter penting diberi nilai 4, parameter biasa diberi nilai 3, parameter kurang penting di beri nilai 2 dan parameter paling rendah diberi nilai 1. Nilai kepentingan setiap parameter ditentukan berdasarkan beberapa pertimbangan yang dapat dilihat pada tabel 7.

Setiap parameter pengujian hasil penelitian dirata-ratakan dan di urutkan sesuai rangking terbaik. Rangking/terbaik diberi nilai 5, terbaik kedua 4, terbaik ketiga 3 hingga peringkat yang paling rendah bernilai 1. Semakin besar hasil analisa dan paling terbaik , maka nilai peringkatnya semakin tinggi. Nilai total akhir dihasilkan dari perkalian antara nilai peringkat dengan bobot setiap parameter pengujian. Nilai total kemudian diperoleh konsentrasi terbaik. Tabel perhitungan uji pembobotan dengan metode perangkingan untuk menentukan konsentrasi terbaik dapat dilihat pada Lampiran 18.

Tabel 7. penilain kepentingan setiap karakteristik bubuk sari buah pala

Karakteristik	Dasar Pertimbangan Kepentingan	Kisaran Besaran Parameter	Nilai (N)
Rendemen	efisiensi bahan baku yang digunakan serta biaya ya proses ditentukan berdasarkan besarnya nilai rendemen yang dihasilkan	2.59% - 5.27% (1-5)	3
Kadar Air	Kadar air mempengaruhi umur simpan penampakan dan tekstur bubuk pala. Kadar air yang semakin rendah akan mencegah perkmbangan mikroba tumbuh	5.37% - 6.88% (5-1)	4
Kadar abu	kadar abu bersifat netral karena pada bubuk sari buah pala besarnya hanya menentukan kandungan meneral yang diperlukan tubuh jika dikonsumsi	1.57% - 2.13% (5-1)	3
Densitas Kamba	Pentingnya nilai densitas kamba digunakan untuk mengetahui seberapa ringkas bubuk sari buah pala untuk pengemasan	0.522 - 0.578 g/ml (1-5)	4
Higroskopisitas	Higroskopisitas bubuk sari buah pala penting karena menentukan kemampuan penyerapan uap air bubuk pada suatu ruangan, sehingga menentukan tempat penyimpanan produk yang tepat	5.1611% -5.567% (5-1)	4
Kelarutan dalam air	kelarutan bubuk sari buah pala penting karena pengaplikasian bubuk membutuhkan kelarutan yang tinggi, jika kelarutannya rendah akan menyebabkan banyak ampas	85.93%-94.93% (1-5)	4
Total asam	total asam dalam bubuk sari buah pala sangat penting karena memberikan cita rasa asam dan segar , sehingga penggunaan bubuk akan efektif walupun dalam jumlah kecil dan keasamnya harus tinggi	4.83% - 7.05% (1-5)	5
Uji PH	nilai pH bubuk sari buah pala penting untuk menunjukkan tingkat keasaman bubuk dan sebagai pembanding anatara larutan sari buah setelah berubah menjadi bubuk	3.26 - 3.38 (5-1)	4
Vitamin C	kandungan vitamin C dalam bubuk sari buah pala merupakan salah satu potensi terbesar, karena vitamin C memberikan nutrisi yang dibutuhkan tubuh	111.27 mg/100g - 146.39 mg/100g (1-5)	5
TPT	total padatan terlarut bubuk menunjukkan seberapa besar produk yang dihasilkan mudah terlarut	0.87 - 0.97 °Brix (1-5)	3
Warna	warna yang dihasilkan pada bubuk penting karena berpengaruh terhadap tampiln fisik produk bubuk yang dihasilkan	88.70 - 98.64 (1-5)	4
Total			43

Berdasarkan hasil pembobotan, diperoleh bubuk sari buah pala dengan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 0% menunjukkan nilai pembobotan paling tinggi yaitu 3.26, hal ini dikarenakan tidak adanya pengaruh penambahan dari serbuk ampas pala. Sedangkan pemilihan bubuk sari buah pala terbaik dengan penambahan serbuk ampas pala, menunjukkan dengan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 6% menghasilkan nilai pembobotan sebesar 3.19, sehingga konsentrasi 6% merupakan kombinasi penambahan terbaik yang dicampur dengan maltodekstrin sebagai filler. konsentrasi terbaik kedua adalah bubuk sari buah pala pada penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 4% dengan nilai pembobotan sebesar 3.00. konsentrasi terbaik ketiga adalah bubuk sari buah pala dengan penambahan konsentrasi serbuk ampas pala 2% dengan nilai 2.95. sedangkan rangking konsentrasi terendah adalah bubuk sari buah pala hasil penambahan serbuk ampas pala 8% dengan nilai 2.81.

V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Kondisi suhu pengeringan yang optimum pada proses pembuatan bubuk sari buah pala pada suhu 180 °C dengan konsentrasi maltodekstrin 20%. Proses pengeringan sari buah pala dengan alat spray dryer menggunakan bahan pengisi maltodekstrin dengan penambahan serbuk ampas pala dapat meningkatkan kadar air, kadar abu, densitas kamba, total asam, vitamin C bubuk sari buah pala. Berdasarkan hasil analisa keragaman pada taraf signifikan (α) 5%, penambahan serbuk ampas pala dalam filler memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap kadar air, aktivitas air, kadar abu, densitas kamba tanpa pemadatan, higroskopisitas, pH dan TPT, tetapi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap Rendemen, densitas kamba dengan pemadatan, kelarutan dalam air, total asam tertitrasi, vitamin C dan tingkat kecerahan bubuk sari buah pala. produksi bubuk sari buah pala dengan penambahan serbuk ampas pala 6% yang dicampur maltodekstrin sebagai bahan pengisi memiliki karakteristik yang lebih baik berdasarkan hasil pembobotan. Penambahan serbuk ampas pala 6% memberikan rendemen 2.67%, kadar air 6.56%, kadar abu 1.72%, densitas kamba dengan pemadatan 0.559 g/ml, higroskopisitas 5.243%, kelarutan dalam air 87.45%, total asam tertitrasi 6.41%, pH 3.27, vitamin C 140.3 mg/100g, total padatan terlarut 0.87 dan tingkat kecerahan bubuk sari buah pala sebesar 89.78.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh serbuk ampas buah pala yang telah dimikronisasi melalui ayakan 80 mesh, 100 mesh hingga 200 mesh yang ditambahkan dengan bahan pengisi maltodekstrin agar dapat menghasilkan mutu bubuk sari buah pala. Bubuk sari buah pala berdasarkan hasil penelitian memiliki sifat higroskopisitas yang cukup tinggi, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai umur simpan dan kemasan yang terbaik bagi produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Analia D. 2015. Strategi pengembangan pala (*Myristica fragran haitt*) di kecamatan Tanjung Raya kabupaten Agam (studi kasus : kelompok tano sabik tajam nagari Tanjung Sani). *Agrisep*.14(1): 1-10.
- Andriani M, Ananditho BK, Nurhartadi E. 2013. Pengaruh suhu pengeringan terhadap karakteristik fisik dan sensoris tepung tempe bosok. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian* 6(2): 95-102.
- Akmal SRM. 2015. Kajian proses dan mutu bubukgarut (*Maranta arundinaceae L.*) hasil pengeringan tipe drum [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Badan Standarisasi Nasional. 2014. SNI 3719:2014. Minuman Sari Buah. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- Bermawie N, Ma'mun, Purwiyanti S, Lukman W. 2018. Pemilihan pohon induk pala pada koleksi plasma nutfah di kebun percobaan Cicurug Sukabumi. *Buletin Penelitian Tnaman Rempah dan Obat*. 29(1): 21-36.
- Blagden N, De Matas M, Gavan PT, York P. 2007. Crystal engineering of pharmaceutical ingredient to improve solubility and dissolution rates. *Elsevier*. 59(7). 617 – 630.
- Bunardi C, Purwijantiningsih E, Pranata S. 2016. Kualitas minuman serbuk daun sirsak (*Annona muricata*) dengan variasi konsentrasi maltodekstrin dan suhu pemanasan. *Jurnal Universitas Atma Jaya Yogyakarta*.
- Chau C, Wu S, Yen G. 2007. The development of regulations for food nanotechnology. *Trends in Food Science & Technology* . 18 : 269 – 280.
- Dantas D, Matheus A, Pasquali, Cavalcanti-maa M, Duarte ME, Lisboa HM. (2018). The Effect of Spray Drying Conditions on the Properties of Avocado Powder Drinks. *Food Chemistry* . 1 – 22.
- Dareda CT, Suryanto E, Momuat LI. 2020. Karakterisasi dan aktivitas antioksidan serat pangan dari daging buah pala (*Myristica frgarans Houtt*). *Chem Prog*. 13(1): 48 – 55.
- Dewi NS. 2016. Faktor meningkatnya ekspor buah pala Indonesia – Uni Eropa. *Jom Fisip*. 3(2): 1-13.
- Effendi SM. 2009. *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Bandung (ID): Alfabeta.
- Estiasih T, Ahmadi K. 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Jakarta (ID): PT Bumi Aksara.
- Ferrari CC, Marconi-Germer SP, Alvim ID, de Aguirre JM. 2013. Storage stability of spray-dried blackberry powder produced with maltodextrin or gum Arabic. *Drying Technology*. (31): 470-478.
- Fiskhatun T. 2010. Pengaruh konsentrasi maltodekstrin dan gum arab terhadap mikroenkapsulat minyak sawit merah dengan metode *spray drying* [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Gabriela MC,Rawung D, Ludong MM. 2020. Pengaruh penambahan maltodekstrin pada pembuatan minuman instan serbuk buah pepaya (*Carica papaya L.*) dan buah pala (*Myristica fragrans H.*). *Jurnal Unsrat*. 7(7): 1-8.
- Ditjen Perkebunan. 2011. *Budidaya Tanaman Pala*. Jakarta (ID): Ditjen Kementerian Pertanian.

- Djubaedah E, Tiara, Astuti P. 1995. Pengaruh perlakuan daging buah pala tua (*Myristica fragrans Houtt*) terhadap mutu sirup yang dihasilkannya. *Warta IHP*. 12(2): 25 – 29.
- Drazat. 2007. Meraup Laba dari Pala. Jakarta Selatan (ID): Agromedia.
- [DSN] Dewan Standardisasi Nasional. 1989. Dekstrin untuk Industri Nonpangan. Jakarta.
- [DSN] Dewan Standardisasi Nasional. 1992. Dekstrin Industri Pangan. Jakarta.
- Hafif B. 2021. Strategi mempertahankan Indonesia sebagai produsen utama pala dunia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 40(1):58–70.
- Hafif B, Mawardi R, Utomo JS. 2017. Analisis karakteristik lahan dan mutu biji papa (*Myristica fragrans Houtt*) daerah lampung. *Littri* 23(2):63-71.
- Husain H, Muchtadi TR, Sugiyono, Haryanto B. 2006. Pengeringan santan menggunakan pengering drum dan pengering semprot. *Forum Pascasarjana* 29 (3): 249-260.
- Husniati. 2009. Studi karakteristik sifat fungsi maltodekstrin dari pati singkong. *Jurnal Riset Industri*. 3(2) : 133 – 138.
- Indriaty F, Assah YF. 2015. Pengaruh penambahan gula dan sari buah terhadap kualitas minuman serbuk daging buah pala. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*. 7(1): 49-60.
- Jukic MO, Politeo, M. Milos. 2006. Chemical composition and antioxidant effect of free volatile aglycones from nutmeg (*Myristica fragrans Houtt.*) compared to its essential oil. *Croatia Chemica Acta CCACAA* 79(2):209-214.
- Kennedy JF, Knill CJ, Taylor DW. 1995. Maltodextrins. Di dalam : Kearsley MWJ, Dziedzic SZ. (eds.) *Handbook of Starch Hydrolysis Product and Their Derivatives*. Blackie Academic & Professional, London. Chapter 3. Pp. 65-83.
- Lawalata M, Thenu SFW, Tamaela M. 2017. Kajian pengembangan potensi perkebunan pala banda di kecamatan Banda Meira kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Agribisnis Kepulauan*. 5(2): 132 – 150.
- Leunupun S, Turukay M, Tuhumury MTF. 2020. Strategi pengembangan pala dikabupaten Maluku Tengah (studi kasus di Negeri Seith, Lilibooi dan Hatu). *Jurnal Penelitian Agrisamudra..* 7(2):93-102.
- Maulina CA, Rosarrah A, Djaeni M. 2013. Aplikasi spray dryer untuk pengeringan larutan garam amonium perlorat sebagai bahan propelan. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 4(2) : 84-92.
- Marta H, Tensiska, Riyanti L. 2017. Karakteristik maltodekstrin dari pati jagung (*Zea mays*) menggunakan metode hidrolisis asam pada berbagai konsentrasi. *Chimica et Natura Acta*. 5(1) : 13 – 20.
- Master K. 1979. *Spray Drying Handbook*. London: George Godwin Limited.
- Meriatna. 2013. Hidrolisa tepung sagu menjadi maltodekstrin menggunakan asam klorida. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 1(2) : 38 – 48.
- Mulia MB. 1998. Mempelajari pembuatan bubuk konsentrasi pala (*Myristica fragrans Houtt*) dengan menggunakan alat pengeringan semprot [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Muzaffar K, Nayik GA, Kumar P. 2018. Production of fruit juice powder by spray drying technology. *International Journal Of Advance Research in Science and Engineering*. 7(3) : 59 – 67.

- Nurdjannah N. 2005. Pembuatan serbuk pala (*Myristica fragrans* Houtt) instan dengan menggunakan alat pengering semprot. *Jurnal Littri*. 11(4): 159 – 170.
- Nurdjannah N. 2006. Penjernihan sirup pala dengan chitosan dan hemiselulase. *Jurnal Teknik Industri*. 16(1) : 1-8.
- Nurdjannah N. 2007. Teknologi Pengolahan Pala. Jakarta (ID): Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Nurhidayah YF. 2018. Karakteristik sari buah pala dengan variasi lama perendaman dalam larutan garam dan konsentrasi putih telur [skripsi]. Jember (ID): Universitas Jember.
- Pentury MH, Nursyam H, Nurddin H, Soemarno S. Karakteristik maltodekstrin dari pati Hipokotil Mangrove (*Bruguiera Gymnorhiza*) menggunakan beberapa metode hidrolisis enzim. *Indonesian Green Technology Journal*. 2(1): 53 – 60.
- Pratiwi YS, Purba A, Setiawan M, Tarawan VM, Lestari K, Abdulah R, Lesmana R, Goenawan H, Susianti. 2019. Manfaat Buah Pala Sebagai Antisarcopenia. Yogyakarta (ID): Deepublish.
- Pusdatin. 2016. Outlook Pala Komoditas Pertanian Subsektor Perkebunan. Jakarta (ID): Sekjen Kementerian 2016.
- Pusdatin. 2020. Outlook Komoditas Perkebunan Pala. Jakarta (ID): Sekjen Kementerian.
- Ruhnayat A, Martini E. 2015. Pedoman Budi Daya Pala pada Kebun Campur. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program.
- Rismunandar. 1990. Budidaya dan Tataniaga pala. Jakarta (ID): PT Penebar Swdaya Cetakan kedua.
- Samiran, 2006. Cara alami mengundang kantung. *Majalah Intisari*. Edisi No.517 ; XLIII. <http://www.intisari-online.com>
- Sunanto, Hatta.1993. Budidaya Pala Komoditas Ekspor. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Suryadi R. 2016. Strategi penelitian budidaya untuk meningkatkan produktivitas dan daya saing pala. *Jurnal Perspektif*. 16(1):1-13.
- Tanaya D. 2011. Mutu tepung jambu biji instan hasil pengeringan kabut dari berbagai suhu proses [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Umasangaji A, Patty JA, Rumakamar AA. 2012. Kerusakan tanaman pala akibat serangan hama penggerek batang (*Batocera hercules*). *Agrologia*. 1(2): 163-169.
- Vachlepi A, Suwardin D, Abidin AZ. 2013. Simulasi penetapan karakteristik pengeringan semprot klateks berdasarkan teknik komputasi dinamika fluida. *Jurnal Penelitian Karet*. 31(1): 30 – 40.
- Vallous NA, Gavrielidou MA, Karapantsios TD, Kostoglou M. 2002. Performance of a double dryer for producing pregelatinized maize starches. *J Food Eng* 51: 171-183.
- Wang W, Zhou W. 2013. Water adsorption and glass transition of spray-dried soy sauce powders using maltodextrins as carrier. *Food and Bioprocess Technology*. 6(10):2791–2799.
- Winarno, F.G., 2002. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama.

Wirakartakusumah MA.1989.Prinsip Teknik Pangan. Bogor (ID): Bogor IPB Press.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Rata-rata pengukuran parameter penelitian pendahuluan

Konsentrasi (%)	Suhu	Rendemen (%)	Kadar air (%)	Aw	Higroskopisitas (%)	Kelarutan dalam air (%)	Tapped density (%)
10%	120 °C	4,04	6,28%	0,394	1,704	93,06	32,83
	150 °C	4,58	6,31%	0,369	1,651	92,63	30,97
	180°C	6,74	5,64%	0,384	1,546	94,30	25,72
15%	120 °C	5,10	6,31%	0,429	1,467	93,49	33,31
	150 °C	6,72	5,75%	0,385	1,666	94,71	38,84
	180°C	6,68	6,09%	0,410	1,637	95,16	30,24
20%	120 °C	7,15	6,87%	0,435	1,285	94,35	32,57
	150 °C	8,20	5,91%	0,404	1,517	93,26	35,35
	180 °C	8,84	4,69%	0,354	1,838	94,75	32,46

Lampiran 2. Rata-rata pengujian bubuk sari buah pala

Parameter	Konsentrasi Serbuk Ampas Pala				
	0%	2%	4%	6%	8%
Rendemen %	5.11	5.27	3.55	2.67	2.59
K.Air %	5.37	5.42	5.74	6.56	6.89
Aw	0.483	0.466	0.465	0.449	0.452
K.Abu %	1.57	1.59	1.47	1.71	2.13
D.kamba g/ml	0.577	0.527	0.560	0.560	0.543
Higroskopisitas %	5.567	5.262	5.085	5.244	5.161
Kelarutan %	94.94	92.34	90.31	87.45	85.93
TAT %	4.83	5.07	5.14	6.40	7.05
PH	3.38	3.32	3.29	3.27	3.26
Vit C (mg/100g)	11.26	123.07	134.61	140.34	146.39
TPT	0.967	0.900	0.867	0.867	0.867
L*	88.70	89.78	93.27	95.63	98.64

Lampiran 3. Analisa sidik ragam rendemen

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	20.055a	4	5.014	5.982	.010
Intercept	221.107	1	221.107	263.824	.000
konsentrasi	20.055	4	5.014	5.982	.010
Error	8.381	10	.838		
Total	249.543	15			
Corrected Total	28.436	14			

R Squared = .705 (Adjusted R Squared = .587)

**P-value* (<0.05) memberikan pengaruh

Duncan

Konsentrasi	Rendemen
0%	5.11±.052b
2%	5.27±.052b
4%	3.55±.303ab
6%	2.67±.251a
8%	2.59±.251a

Lampiran 4. Analisa sidik ragam kadar air

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5.708a	4	1.427	.630	.652
Intercept	539.160	1	539.160	237.919	.000
konsentrasi	5.708	4	1.427	.630	.652
Error	22.661	10	2.266		
Total	567.530	15			
Corrected Total	28.370	14			

R Squared = .201 (Adjusted R Squared = .118)

**P-value* (>0.05) memberikan pengaruh

Duncan

Konsentrasi	Kadar air
0%	5.37±.281a
2%	5.42±.281a
4%	5.74±.281a
6%	6.56±.281a
8%	6.89±.281a

Lampiran 5. Analisa sidik ragam aktivitas air atau Aw

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.002a	4	.001	.702	.608
Intercept	3.217	1	3.217	4.177.340	.000
konsentasi	.002	4	.001	.702	.608
Error	.008	10	.001		
Total	3.227	15			
Corrected Total	.010	14			

R Squared = .219 (Adjusted R Squared = .118)

**P-value* (>0.05) tidak memberikan pengaruh

Duncan	
Konsentrasi	Aw (Aktivity water)
0%	.483±.205a
2%	.466±.205a
4%	.465±.205a
6%	.449±.205a
8%	.452±.205a

Lampiran 6. Analisa sidik ragam kadar abu

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.809a	4	.202	2.094	.156
Intercept	43.112	1	43.112	446.236	.000
konsentasi	.809	4	.202	2.094	.156
Error	.966	10	.097		
Total	44.888	15			
Corrected Total	1.775	14			

R Squared = .456 (Adjusted R Squared = .238)

**P-value* (>0.05) tidak memberikan pengaruh

Duncan	
Konsentrasi	Kadar abu
0%	1.57±.392a
2%	1.59±.392a
4%	1.47±.392a
6%	1.71±.392a
8%	2.13±.392a

Lampiran 7. Analisa sidik ragam densitas kamba tanpa pemadatan

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.001a	4	.000	.596	.674
Intercept	1.660	1	1.660	4.788.481	.000
konsentrasi	.001	4	.000	.596	.674
Error	.003	10	.000		
Total	1.664	15			
Corrected Total	.004	14			

R Squared = .193 (Adjusted R Squared = .130)

**P-value* (>0.05) tidak memberikan pengaruh

Duncan	
Konsentrasi	Densitas kamba tanpa pemadatan
0%	.327±.253a
2%	.327±.253a
4%	.330±.253a
6%	.347±.253a
8%	.333±.253a

Konsentrasi	Densitas kamba tanpa pemadatan
0%	.327±.253a
2%	.327±.253a
4%	.330±.253a
6%	.347±.253a
8%	.333±.253a

Lampiran 8. Analisa sidik ragam densitas kamba dengan pemadatan

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.004a	4	.001	2.851	.082
Intercept	4.593	1	4.593	12.085.965	.000
konsentrasi	.004	4	.001	2.851	.082
Error	.004	10	.000		
Total	4.601	15			
Corrected Total	.008	14			

R Squared = .533 (Adjusted R Squared = .346)

**P-value* (< 0.05) memberikan pengaruh

Duncan	
Konsentrasi	Densitas kamba dengan pepadatan
0%	.577±.079b
2%	.527±.079a
4%	.560±.079ab
6%	.560±.079ab
8%	.543±.079ab

Konsentrasi	Densitas kamba dengan pepadatan
0%	.577±.079b
2%	.527±.079a
4%	.560±.079ab
6%	.560±.079ab
8%	.543±.079ab

Lampiran 9. Analisa sidik ragam higroskopisitas

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.404a	4	.101	1.633	.241
Intercept	415.582	1	415.582	6.717.784	.000
konsentrasi	.404	4	.101	1.633	.241
Error	.619	10	.062		
Total	416.605	15			
Corrected Total	1.023	14			

R Squared = .395 (Adjusted R Squared = .153)

*P-value (> 0.05) tidak memberikan pengaruh

Duncan	
Konsentrasi	Higroskopisitas
0%	5.567±.054a
2%	5.262±.054a
4%	5.085±.054a
6%	5.244±.054a
8%	5.161±.054a

Konsentrasi	Higroskopisitas
0%	5.567±.054a
2%	5.262±.054a
4%	5.085±.054a
6%	5.244±.054a
8%	5.161±.054a

Lampiran 10. Analisa sidik ragam kelarutan dalam air

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	158.436a	4	39.609	7.614	.004
Intercept	122.020.757	1	122.020.757	23.454.855	.000
konsentrasi	158.436	4	39.609	7.614	.004
Error	52.024	10	5.202		
Total	122.231.217	15			
Corrected Total	210.460	14			

R Squared = .533 (Adjusted R Squared = .346)

**P-value* (< 0.05) memberikan pengaruh

Duncan	
Konsentrasi	Kelarutan dalam air
0%	94.94±.193d
2%	92.34±.494cd
4%	90.31±.457bc
6%	87.45±.591ab
8%	85.93±.435a

Konsentrasi	Kelarutan dalam air
0%	94.94±.193d
2%	92.34±.494cd
4%	90.31±.457bc
6%	87.45±.591ab
8%	85.93±.435a

Lampiran 11. Analisa sidik ragam total asam terlarut

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	11.330a	4	2.833	40.662	.000
Intercept	487.350	1	487.350	6.996.124	.000
konsentrasi	11.330	4	2.832	40.662	.000
Error	.697	10	.070		
Total	499.377	15			
Corrected Total	12.027	14			

R Squared = .942 (Adjusted R Squared = .919)

**P-value* (< 0.05) memberikan pengaruh

Duncan

Konsentrasi	Total Asam Titrasi
0%	4.83±.195a
2%	5.07±.195a
4%	5.14±.195a
6%	6.40±1b
8%	7.05±1c

Konsentrasi	Total Asam Titrasi
0%	4.83±.195a
2%	5.07±.195a
4%	5.14±.195a
6%	6.40±1b
8%	7.05±1c

Lampiran 12. Analisa sidik ragam nilai pH

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.030a	4	.007	1.193	.372
Intercept	163.746	1	163.746	26.129.719	.000
konsentasi	.030	4	.007	1.193	.372
Error	.063	10	.006		
Total	163.839	15			
Corrected Total	.093	14			

R Squared = .323 (Adjusted R Squared = .052)

**P-value* (>0.05) tidak memberikan pengaruh

Duncan	
Konsentrasi	pH
0%	3.38±.102a
2%	3.32±.102a
4%	3.29±.102a
6%	3.27±.102a
8%	3.26±.102a

Lampiran 13. Analisa sidik ragam vitamin C

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2368.101a	4	592.025	2.390	.120
Intercept	257.946.872	1	257.946.872	1.041.121	.000

konsentrasi	2.368.101	4	592.025	2.390	.120
Error	2.477.589	10	247.759		
Total	262.792.562	15			
Corrected Total	4.845.690	14			

R Squared = .987 (Adjusted R Squared = .981)

**P-value* (<0.05) memberikan pengaruh

Duncan	
Konsentrasi	Vitamin C
0%	111.26±.061a
2%	123.07±.061ab
4%	134.61±.121ab
6%	140.34±.061ab
8%	146.39±.121b

Lampiran 14. Analisa sidik ragam total padatan terlarut

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.023a	4	.006	1.214	.364
Intercept	11.971	1	11.971	2.565.143	.000
konsentasi	.023	4	.006	1.214	.364
Error	.047	10	.005		
Total	12.040	15			
Corrected Total	.069	14			

R Squared = .327 (Adjusted R Squared = .058)

**P-value* (>0.05) tidak memberikan pengaruh

Duncan	
Konsentrasi	Total Padatan Terlarut
0%	.967±.130a
2%	.900±.130a
4%	.867±.130a
6%	.867±.130a
8%	.867±.130a

Konsentrasi	Total Padatan Terlarut
0%	.967±.130a
2%	.900±.130a
4%	.867±.130a
6%	.867±.130a
8%	.867±.130a

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.023a	4	.006	1.214	.364
Intercept	11.971	1	11.971	2.565.143	.000
konsentasi	.023	4	.006	1.214	.364
Error	.047	10	.005		
Total	12.040	15			
Corrected Total	.069	14			
R Squared = .327 (Adjusted R Squared = .058)					
*P-value (>0.05) tidak memberikan pengaruh					

Lampiran 15. Analisa sidik ragam warna

Dependent Variabel: Warna L

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	202.239 ^a	4	50.560	131.598	.000
Intercept	130.314.105	1	130.314.105	339.182.990	.000
konsentasi	202.239	4	50.560	131.598	.000
Error	3.842	10	.384		
Total	130.520.186	15			
Corrected Total	206.081	14			

*P-value (<0.05) memberikan pengaruh
R Square = .892 (Adjusted R Squared = .803)

Duncan	
Konsentrasi	L* (tingkat kecerahan)
8%	88.70±0.058 ^a
6%	89.78±0.058 ^a
4%	93.27±1 ^b
2%	95.63±1 ^c
0%	98.64±1 ^d

Dependent Variabel: Warna_a*

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9.042 ^a	4	2.260	72.575	.000
Intercept	55.028	1	55.028	1.766.723	.000
konsentrasi	9.042	4	2.260	72.575	.000
Error	.311	10	.031		
Total	64.381	15			
Corrected Total	9.353	14			

R Squared = .967 (Adjusted R Squared = .953)

**P-value* (<0.05) memberikan pengaruh

Duncan

Konsentrasi	a*
0%	.873±1a
2%	1.303±1b
4%	1.843±1c
6%	2.607±1d
8%	2.950±1e

Dependent Variabel = Warna_b*

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	149.635 ^a	4	37.409	185.320	.000
Intercept	1.515.038	1	1.515.038	7.505.387	.000
konsentrasi	149.635	4	37.409	185.320	.000
Error	2.019	10	.202		
Total	1.666.691	15			
Corrected Total	151.653	14			

R Squared = .987 (Adjusted R Squared = .981)

**P-value* (<0.05) memberikan pengaruh

Duncan

Konsentrasi	b*
0%	5.02±1a
2%	8.29±1b
4%	10.37±1c
6%	12.79±1d
8%	13.77±1e

Lampiran 16. Rerata pengukuran warna larutan sari buah pala

Sampel	L*	a*	b*
0%	59,51	3,91	8,09
2%	47,02	7,91	22,23
4%	46,43	9,51	25,39
6%	44,02	14,86	23,90
8%	41,28	14,69	21,41

Lampiran 17. Perhitungan korelasi antara parameter pengujian mutu bubuk pala

	Rendemen	K.Air	Aw	K.Abu	D.kamba	Higros	Kelarutan	TAT	PH	Vit C	TPT	L*
Rendemen	<i>1.00</i>											
K.Air	-0.63	<i>1.00</i>										
Aw	-0.18	0.48	<i>1.00</i>									
K.Abu	0.32	-0.13	<i>0.77*</i>	<i>1.00</i>								
D.kamba	-0.96	<i>0.52*</i>	0.46	-0.05	<i>1.00</i>							
Higroskopisitas	-0.44	<i>0.96*</i>	-0.12	0.07	0.36	<i>1.00</i>						
Kelarutan	0.19	-0.67	<i>0.92*</i>	<i>0.82*</i>	0.11	-0.40	<i>1.00</i>					
TAT	-0.15	<i>0.86*</i>	-0.41	-0.04	0.02	<i>0.93*</i>	-0.59	<i>1.00</i>				
PH	-0.35	<i>0.59*</i>	<i>0.62*</i>	<i>0.69*</i>	<i>0.50*</i>	<i>0.69*</i>	0.39	0.45	<i>1.00</i>			
Vit C	0.10	-0.70	-0.23	-0.57	-0.16	-0.85	-0.05	-0.78	-0.88	<i>1.00</i>		
TPT	-0.36	<i>0.74*</i>	0.43	<i>0.57*</i>	0.45	<i>0.84*</i>	0.17	<i>0.64*</i>	<i>0.97*</i>	- 0.95	<i>1.00</i>	
L*	0.31	-0.48	<i>0.88*</i>	<i>0.90*</i>	-0.02	-0.33	<i>0.98*</i>	-0.48	0.43	- 0.16	0.23	<i>1.00</i>

	Rendemen	K.Air	Aw	K.Abu	D.kamba	Higros	Kelarutan	TAT	PH	Vit C	TPT	L*
Rendemen	1.00											
K.Air	-0.93	1.00										
Aw	0.85	-0.87	1.00									
K.Abu	-0.74	0.87	-0.66	1.00								
D.kamba	-0.03	-0.13	0.44	-0.28	1.00							

Higroskopisitas	0.62	-0.49	0.73	-0.47	0.54	1.00							
Kelarutan	0.94	-0.96	0.96	-0.83	0.31	0.71	1.00						
TAT	-0.87	0.99	-0.86	0.89	-0.22	-0.44	-0.94	1.00					
PH	0.88	-0.84	0.96	-0.70	0.43	0.87	0.96	-0.81	1.00				
Vit C	-0.93	0.90	-0.94	0.79	-0.33	-0.81	-0.99	0.87	-0.99	1.00			
TPT	0.76	-0.67	0.90	-0.53	0.50	0.95	0.85	-0.63	0.97	-0.91	1.00		
L*	0.94	-0.95	0.97	-0.79	0.30	0.72	1.00	-0.93	0.97	-0.99	0.86	1.00	

Lampiran 18. Perhitungan Pembobotan pemilihan bubuk sari buah pala berdasarkan konsentrasi serbuk ampas pala terbaik

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di kota Bogor pada 29 Maret 2000 sebagai anak pertama dari pasangan bapak Dandan Nurfiansyah dan ibu Linda Hayati. Pendidikan sekolah menengah atas (SMA) ditempuh di SMA N 1 Kaur, dan lulus pada tahun 2018. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa program sarjana (S-1) di Teknik Mesin dan Biosistem, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian di IPB University. Selama mengikuti program S-1, penulis aktif dalam beberapa organisasi diantaranya menjadi staff Departemen Inventory and Entrepreneurship Himpunan Mahasiswa Teknik Pertanian (HIMATETA) IPB 2020-2021. Penulis juga aktif mengikuti beberapa kepanitiaan salah satunya sebagai staff Entrepreneurship *Mechanical and Biosystem* (MBF) 2020, staff acara *Agricultural Engineering Training* (AET) yang diadakan oleh Himpunan Mahasiswa Teknik Pertanian (HIMATETA) IPB. Pada bulan Juli hingga Agustus 2021, penulis menjadi bendahara kelompok Krja Kuliah Nyata (KKN-T) di Haur Jaya, Tanah Sereal, Kota Bogor, Jawa Barat dengan judul kegiatan Optimalisasi Pemberdayaan Masyarakat dan Peningkatan Ekonomi di RW 007 Kelurahan Kebon Pededs, Kecamatan Tanah Sereal, Kota Bogor pada Era Kenormalan Baru. Untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana penulis melakukan penelitian di Pusat Riset Agroindustri BRIN, Serpong, Tangerang Selatan, Banten dengan judul Kajian Proses dan Mutu Bubuk Sari Buah Pala (*Myristica fragrans* Houtt) Hasil Pengeringan dengan Spray Dryer dibawah bimbingan Dr. Ir. Lilik Pujantoro Eko Nugroho, M.Agr. dan Waqif Agusta, STP., Msi.