

**KAJIAN PRODUKSI DAN ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL
TEPUNG BUAH KOLANG-KALING (*Arenga pinnata merr*) DI
KABUPATEN LAMPUNG BARAT**

DISERTASI

Oleh

SUCI HARDINA RAHMAWATI

NPM 2034171001



**PROGRAM DOKTOR ILMU PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

**KAJIAN PRODUKSI DAN ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL
TEPUNG BUAH KOLANG-KALING (*Arenga pinnata merr*) DI
KABUPATEN LAMPUNG BARAT**

Oleh

SUCI HARDINA RAHMAWATI

DISERTASI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
DOKTOR

Pada

Program Doktor Ilmu Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**PROGRAM DOKTOR ILMU PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

Kajian Produksi dan Analisis Kelayakan Finansial Tepung Buah Kolang-Kaling (*Arenga pinnata merr*) di Kabupaten Lampung Barat

Oleh:

Suci Hardina Rahmawati

Buah kolang-kaling berasal dari tanaman aren yang terdapat pada buah betina. Kabupaten Lampung Barat merupakan penghasil buah kolang-kaling terbesar di Provinsi Lampung. Penelitian ini memanfaatkan buah kolang-kaling menjadi tepung buah kolang-kaling, untuk memperpanjang masa simpan dan memudahkan proses pengangkutan serta menambah manfaat dari produk buah kolang-kaling. Tujuan penelitian ini 1) Mengembangkan model matematika pengeringan untuk mendapatkan waktu dan suhu terbaik, 2) Mengembangkan penggunaan pelarut untuk mendapatkan pengaruh konsentrasi pelarut terhadap rendemen galaktomanan dan menganalisis karakteristik tepung serta mengidentifikasi senyawa galaktomanan pada tepung buah kolang-kaling terbaik, 3) Menganalisis kelayakan finansial tepung buah kolang-kaling (*Arenga pinnata Merr*) di Kabupaten Lampung Barat. Metode penelitian pada tahap 1 dilakukan dengan mengeringkan buah-kolang-kaling menggunakan oven dengan variabel waktu (1 sampai 8 jam) dan variabel suhu (50°C sampai 110°C). Metode tahap 2 yaitu dengan maserasi dengan penambahan asam sitrat dan natrium bisulfit kemudian dilakukan analisis galaktomanan, proximate, OHC, WHC, kadar polifenol, LCMS dan FTIR. Metode tahap ke 3 yaitu dilakukan dengan wawancara expert dan survey lapangan. Hasil penelitian pada tahap pertama diperoleh model matematika yang sesuai dengan karakteristik bahan baku adalah *Midili kucuk* dengan persamaan matematika $Mr=0,9683\exp(-0,0475t^{0,8051}) + 0,0021t$. Dari persamaan model matematika diperoleh suhu dan waktu terbaik berdasarkan nilai $R^2= 0,9484$ yang paling tertinggi dan mendekati 1, nilai tersebut diperoleh pada suhu 100°C dengan waktu 3 jam. Penelitian tahap 2 diperoleh rendemen terbaik 41,51% dengan konsentrasi asam sulfat 0,1% (b/b) dengan waktu maserasi terbaik 90 menit. Perlakuan dengan penambahan asam sitrat dan variasi konsentrasinya berbeda nyata pada taraf kepercayaan 5%. Rendemen terbaik dari penambahan natrium bisulfit 45,72% dengan konsentrasi natrium bisulfit 0,2% (b/b) dengan waktu maserasi terbaik 60

menit, dan berbeda nyata pada taraf kepercayaan 5%. Kandungan galaktomanan terbaik dengan penambahan natrium bisulfit sebesar 2,01%, penambahan asam sitrat 1,95% dan tepung tanpa perlakuan 0,80%. Penelitian tahap 3 diperoleh nilai NPV sebesar Rp. 76.883.025.354, IRR sebesar 161%, Net B/C 1,71%, *Payback Periode* 5,59 tahun, dan BEP unit sebesar 4.441 unit.

Kata kunci: *kolang-kaling, galaktomanan, ekstraksi, model matematika pengeringan*

ABSTRACT

Production Study and Economic Feasibility Analysis of Sugar Palm Fruit Flour Agroindustry (*Arenga pinnata Merr*) in West Lampung Regency

By:

Suci Hardina Rahmawati

The sugar palm fruit (*kolang-kaling*) came from the sugar palm tree (*Arenga pinnata*), specifically found in the female fruits. West Lampung Regency was the largest producer of sugar palm fruit in Lampung Province. This study utilized sugar palm fruit to produce sugar palm fruit flour, aiming to extend its shelf life, facilitate transportation, and enhance the benefits of sugar palm fruit products. The objectives of this study were to: 1) Develop a mathematical drying model to determine the optimal drying time and temperature, 2) Develop the use of solvents to evaluate the effect of solvent concentration on the yield of galactomannan, analyze the characteristics of the flour, and identify galactomannan compounds in the best sugar palm fruit flour, 3) Analyze the financial feasibility of sugar palm fruit flour (*Arenga pinnata Merr*) in West Lampung Regency. The research methodology was conducted in the following stages: Stage 1 involved drying sugar palm fruit (*kolang-kaling*) using an oven with time variables ranging from 1 to 8 hours and temperature variables between 50°C and 110°C. Stage 2 was carried out through maceration with the addition of citric acid and sodium bisulfite, followed by analyses including galactomannan, proximate composition, oil-holding capacity (OHC), water-holding capacity (WHC), polyphenol content, LCMS, and FTIR. Stage 3 involved conducting expert interviews and field surveys. The results of the first stage of the study identified the most suitable mathematical model for the characteristics of the raw material as the Midili Kucuk model, represented by the mathematical equation $Mr=0,9683\exp(-0,0475t^{0,8051}) + 0,0021t$. From the mathematical model equation, the optimal temperature and time were determined based on the highest R² value of 0.9484, which was the highest and closest to 1, this value was achieved at a temperature of 100°C with a drying time of 3 hours. In the second stage of the study, the best yield of 41.51% was obtained with a citric acid concentration of 0.1% (w/w) and an optimal maceration time of 90 minutes. The treatment with the addition of citric acid and variations in its

concentration showed significant differences at a 5% confidence level. The best yield from added sodium bisulfite was 45.72%, achieved with a sodium bisulfite concentration of 0.2% (w/w) and an optimal maceration time of 60 minutes, showing significant differences at a 5% confidence level. The best galactomannan content was obtained with the addition of sodium bisulfite at 2.01%, citric acid at 1.95%, and untreated flour at 0.80%. In the third stage of the study, the results showed an NPV of IDR 76,883,025,354, an IRR of 161%, a Net B/C ratio of 1.71%, a payback period of 5.59 years, and a BEP of 4,441 units.

Keywords: *sugar palm fruit, galactomannan, extraction, drying mathematical model*

Judul Disertasi : Kajian Produksi dan Analisis Kelayakan
Finansial Tepung Buah Kolang-Kaling
(*Arenga pinnata merr*) di Kabupaten Lampung
Barat.


Nama Mahasiswa : Suci Hardina Rahmawati

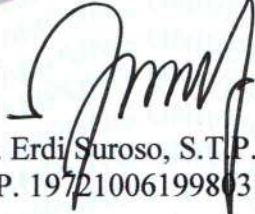
Nomor Pokok Mahasiswa : 2034171001

Program Studi : Doktor Ilmu Pertanian

Fakultas : Pertanian




Dr. Ir. Tanto Pratondo Utomo, M.Si.
NIP.196808071993031002


Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.
NIP. 197210061998031005

Ketua Program Studi Doktor Ilmu Pertanian


Prof. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.
NIP 196412231994031003

MENGESAHKAN

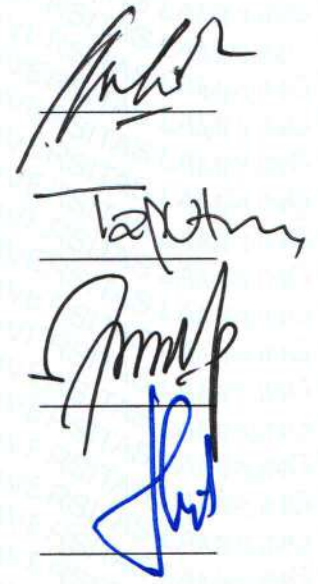
1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.

Anggota I : Dr. Ir. Tanto Pratondo Utomo, M.Si.

Anggota II : Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.

Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P.

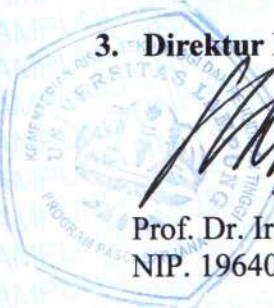


2. Dekan Fakultas Pertanian




Dr. Ir. Kuswana Futas Hidayat, M.P.
NIP. 19641118 198902 1 002

3. Direktur Program Pascasarjana




Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.
NIP. 19640326 198902 1 001

Tanggal Lulus Ujian Disertasi: 24 Desember 2024

PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya di dalam disertasi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, 24 Desember 2024

Yang Menyatakan



SUCI HARDINA RAHMAWATI

NPM:2034171001

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wata'ala atas limpahan karunia, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan disertasi dengan judul: Kajian Produksi Dan Analisis Kelayakan Finansial Tepung Buah kolang-kaling (*Arenga pinnata merr*) di Kabupaten Lampung Barat. Penelitian ini disusun sebagai syarat pelaksanaan penelitian dan penyusunan disertasi sebagai salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Doktor Ilmu Pertanian pada Program Pascasarjana Universitas Lampung.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Lampung, Ibu Prof. Dr. Ir Lusmeilia Afriani, DEA, IPM, ASEAN Eng.
2. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Bapak Dr.Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., atas arahan dan bimbingannya.
3. Direktur Pascasarjana Universitas Lampung, Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si. sekaligus Promotor, terima kasih atas bimbingan, motivasi dan kesabarannya dalam membimbing dan mengarahkan hingga terselesaikannya disertasi ini semoga Allah swt senantiasa membalas segala kebaikan dan budi baiknya.
4. Ketua Program Studi Doktor Ilmu Pertanian, Bapak Prof. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S. dan sekretaris prodi Bapak Dr.Ir. Samsul Rizal, M.Si atas motivasi dan semangat yang diberikan selama masa studi.
5. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Lampung, sekaligus co-promotor 2 yang telah memberikan motivasi dan arahnya, serta kesabaran dalam membimbing hingga terselesaikannya disertasi.

6. Bapak Dr. Ir. Tanto Pratondo Utomo, M.Si., selaku co-promotor 1 yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan kesabarannya dalam membimbing dan mengarahkan saya hingga terselesaikannya disertasi
7. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Hidayati, M.Si. selaku Penguji internal, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan, sehingga penulis dapat menyelesaikan disertasi ini.
8. Dosen-dosen pengajar S3 Doktor Ilmu Pertanian, atas ilmu dan pengetahuan yang diberikan serta arahan-arahan selama masa studi.
9. Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Lampung, H.M. Miftahudin, S.Ag., M.Sy dan kepada UNU Lampung yang telah memberikan izin belajar dan membantu secara material dalam proses penyelesaian studi.
10. Almarhum Ibu (Atim Wiwik Anjarwati, S.Pd) dan Ayah (Drs Ali Murtadi, M.Si) selaku orang tua kandung saya yang membesarkan, membimbing dan mendidik tanpa syarat dan penuh kasih sayang, serta memberikan bantuannya dalam menyelesaikan studi.
11. Almarhum Ibu mertua (Suwani, Amd. Keb, SKM.) dan Bapak (Sardono Adi Pranoto, S.Pd) selaku mertua yang telah membantu memberikan motivasi dan bantuan material dalam penyelesaian studi.
12. Suami tercinta (Rokhmad Adi Setyawan, S.T., M.T.) dan Anak perempuanku (Salwaa Addina Athaya) yang telah memberikan motivasi dan dukungannya baik moral maupun material dalam menyelesaikan studi.
13. Adik-adik tercinta beserta seluruh keluarga besar Jawa Timur dan Lampung yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terimakasih telah memberikan dukungan dan doa baiknya.
14. Rekan sejawat Dosen dan sahabat-sahabat tercinta yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan motivasi dan semangatnya.
15. Doktor Ilmu Pertanian angkatan 2020 (Mb novi, Mb Eulis, Mb Dian, Pak Duryat, Mb Elvira) terimakasih atas doa tulusnya, motivasi dan semangatnya.
16. Tim yang membantu dalam penelitian disertasi dan asisten-asisten terbaik saya yang membantu sehingga terselesaikan disertasi ini.
17. LPTNU-BAZNAS, yang telah memberikan beasiswa on going untuk studi S3.
18. Pihak-pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah

membantu dalam menyelesaikan disertasi.

Semoga Allah SWT memberikan balasan kepada Bapak dan Ibu semuanya atas budi baik dan pengorbanannya serta mendapatkan balasan yang jauh lebih baik. Semoga apa yang telah diperoleh dalam studi ini dapat memberikan manfaat kepada diri saya sendiri, keluarga, Institusi dan masyarakat pada umumnya.

Bandar Lampung, Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Nilai Kebaruan dan Kedalaman	5
1.6 Kerangka Pemikiran.....	6
1.7 Hipotesis	10
II. TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Buah Kolang-kaling	11
2.2 Galaktomanan (C ₁₈ H ₃₂ O ₁₆)	15
2.3 Ekstraksi Galaktomanan	16
2.4 Pengeringan.....	18
2.5 Tepung	19
2.6 Model Matematika Pengeringan	20
2.7 Analisa Kelayakan Finansial Tepung Buah Kolang-Kaling	24
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.2 Alat dan Bahan.....	28
3.3 Pelaksanaan Penelitian	29
3.4 Pengamatan Penelitian	35
3.4.1 Uji Proximate pada Buah dan Tepung Kolang-Kaling	35
3.4.2 Analisis Kadar Air	37

3.4.3 Rendemen Galaktomanan Tepung Buah Kolang-Kaling	38
3.4.4 Kadar Galaktomanan dengan Metode DNS(3,5- <i>Dinitrosalicylic Acid</i>) dan Uji Proximate Tepung Buah Kolang- Kaling	38
3.4.5 Derajat Gelatinisasi (Syamsir dkk., 2016)	40
3.4.6 Analisis <i>Swelling Power</i> (Kaur <i>et al.</i> , 2011).....	42
3.4.7 Analisis <i>Water Holding Capacity</i> (Subagio <i>et al.</i> , 2003)	42
3.4.8 Analisis <i>Oil Holding Capacity</i> (Subagio <i>et al.</i> , 2003).....	43
3.4.9 Analisis <i>Kadar Polifenol</i> (Keshavarzi <i>et al.</i> , 2021).....	43
3.4.10 Analisis <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) (Maneking dkk., 2020)	44
3.4.11 Analisis <i>Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry</i> (LC-MS) (Kim dkk., 2020).....	44
3.4.12 Analisis <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR).	44
3.4.13 Aspek Finansial.....	45
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Tahap 1 Model Matematika Pengeringan Buah Kolang-Kaling di Kabupaten Lampung Barat Studi Pengaruh Perbedaan Suhu Pengeringan.....	48
4.1.1. Suhu 50°	48
4.1.2. Suhu 60°	50
4.1.3. Suhu 70°C	51
4.1.4. Suhu 80°C	53
4.1.5. Suhu 90°C	55
4.1.6. Suhu 100°C	57
4.1.7. Suhu 110°C	59
4.1.8. Moisture Ratio	62
4.1.9. Konstanta Pengeringan	63
4.1.10. Model Matematika Pengeringan	64
4.2 Tahap 2 Kajian ekstraksi tepung buah kolang-kaling dengan penambahan pelarut yang berbeda, karakterisasi tepung buah kolang-kaling dan identifikasi senyawa galaktomanan serta senyawa aktif lainnya.....	67
4.2.1. Ekstraksi dengan pelarut asam sitrat.....	67
4.2.2. Ekstraksi dengan Penambahan Natrium Bisulfit	70
4.2.3. Karakterisasi Tepung Buah Kolang-kaling	72

4.2.4 Identifikasi senyawa galaktomanan dan senyawa aktif lainnya	90
4.3 Tahap 3 Kajian Kelayakan Finansial Tepung Buah Kolang-Kaling di Kabupaten Lampung Barat	128
4.3.1. Asumsi Kelayakan Finansial.....	128
4.3.2. Neraca massa	130
4.3.3. Komponen biaya	132
4.3.4. Analisis Kelayakan Investasi	135
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	138
5.1 Kesimpulan	138
5.2 Saran	139
DAFTAR PUSTAKA	140
LAMPIRAN.....	153

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Komposisi kimia buah kolong-kaling (<i>Arenga pinnata merr</i>).....	14
2.2. Persamaan pada model pengeringan	21
4.1. Hasil analisis pengeringan pada suhu 50°C	48
4.2. Hasil analisis pengeringan pada suhu 60°C	50
4.3. Hasil analisis pengeringan pada suhu 70°C	51
4.4. Hasil analisis pengeringan pada suhu 80°C	53
4.5. Hasil analisis pengeringan pada suhu 90°C	56
4.6. Hasil analisis pengeringan pada suhu 100°C	58
4.7. Hasil analisis pengeringan pada suhu 110°C	60
4.8. Tabel <i>Moisture Ratio</i> setiap suhu (<i>MR Eksperiment</i>)	62
4.9. Pengujian model matematika disetiap variabel suhu penelitian.....	64
4.10. Analisis kadar galaktomanan tepung buah kolong-kaling rendemen terbaik...	72
4.11. Analisis kadar air tepung buah kolong-kaling rendemen terbaik.....	74
4.12. Kadar abu pada tepung buah kolong-kaling.....	76
4.13. Kadar protein pada tepung buah kolong-kaling	78
4.14. Kadar lemak pada tepung buah kolong-kaling.....	79
4.15. Kadar karbohidrat pada tepung buah kolong-kaling	80
4.16. Kadar serat kasar pada tepung buah kolong-kaling.....	81
4.17. Hasil analisis derajat gelatinisasi tepung buah kolong-kaling rendemen terbaik...	82
4.18. Hasil analisis swelling power.....	83
4.19. Analisis WHC tepung buah kolong-kaling	85
4.20 Analisis OHC tepung buah kolong-kaling rendemen terbaik	86
4.21 Hasil analisis kandungan polifenol tepung buah kolong-kaling.....	88
4.22. Hasil analisis LC-MS fraksi etil asetat.....	93
4.23. Penggolongan senyawa hasil analisis fraksi etil asetat	107
4.24. Hasil analisis LC-MS fraksi air.....	109
4.25. Penggolongan enyawa hasil analisis LC-MS fraksi Air	127

4.26. Bahan pendukung selama 3 bulan.....	129
4.27. Tabel neraca massa usaha tepung buah kolang-kaling	130
4.28. Rincian modal tetap usaha tepung buah kolang-kaling.....	132
4.29. Rincian modal kerja usaha tepung buah kolang-kaling tahun 1-5	133
4.30. Rincian modal kerja usaha tepung buah kolang-kaling tahun 6-10	134
4.31. Analisis finansial usaha tepung buah kolang kaling	137

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Kerangka pemikiran.....	9
2.1. Buah kolang-kaling.....	12
2.2. Pohon aren	13
2.3. Struktur galaktomanan (C ₁₈ H ₃₂ O ₁₆).....	16
3.1. Diagram alir penelitian tahap 1.....	30
3.2. Diagram alir penelitian asam sitrat	31
3.3. Diagram alir penelitian natrium bisulfit.	32
3.4. Diagram alir analisis karakteristik dan identifikasi senyawa aktif tepung buah kolang-kaling	33
3.5. Diagram alir penelitian tahap 3.....	34
4.1. Grafik hubungan berat bahan setelah pengeringan dan kadar air pengeringan suhu 50°C.....	49
4.2. Grafik hubungan susut bobot pengeringan dan kadar air suhu60°C. ...	51
4.3. Grafik hubungan susut bobot pengeringan dan kadar air suhu70°C. ...	53
4.4. Grafik hubungan susut bobot pengeringan, kadar air dan lama pengeringan suhu 80°C.....	55
4.5. Hubungan berat setelah pengeringan, kadar air dan lama pengeringan pada suhu 90°C.....	57
4.6. Hubungan berat setelah pengeringan, kadar air dan Lama pengeringan pada suhu 100°C.....	59
4.7. Hubungan antara berat setelah pengeringan, kadar air dan lama pengeringan pada suhu 110°C	60
4.8. Hubungan antara kadar air, waktu pengeringan dan suhu keseluruhan pengeringan.....	61
4.9. Chips buah kolang-kaling pada pengeringan 100°C	62

4.10. Ratio kelembaban	63
4.11 Hubungan antar MR prediksi dan MR eksponensial pada suhu 100°C....	67
4.12. Hubungan antara konsentrasi pelarut asam sitrat, waktu ekstraksi dan rendemen galaktomanan pada tepung buah kolang-kaling.....	68
4.13. Hubungan antara konsentrasi pelarut na-bisulfit, waktu ekstraksi dan rendemen galaktomanan pada tepung buah kolang-kaling.....	70
4.14. Tepung tanpa perlakuan	88
4.15. Tepung dengan penambahan asam sitrat	88
4.16. Tepung dengan penambahan na-bisulfit.....	89
4.17. Hasil analisis LC-MS fraksi etil asetat.....	92
4.18. Hasil kromatografi analisis LCMC fraksi Air pada tepung buah kolang-kaling	108
4.19. Hasil analisis FTIR pada tepung buah kolang-kaling dengan kandungan galaktomanan terbaik	128
4.20. Diagram alir neraca massa tepung buah kolang kaling kapasitas 20000 kg/hari	131

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Buah kolang-kaling berasal dari pohon aren yang tergolong komoditas hasil hutan bukan kayu (HHBK) dan menjadi sarana penghidupan bagi masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan hutan (Fitrilia dkk, 2019). Tanaman aren mudah beradaptasi dengan berbagai agroklimat yang menjadi salah satu faktor tingginya produktivitas buah kolang-kaling di Kabupaten Lampung Barat. Luas penanaman pohon aren di Kabupaten Lampung Barat seluas 405 ha dengan jumlah tanam 600 pohon/ha dan menghasilkan 85-100 kg/pohon (Dinas Perkebunan Dan Peternakan Kabupaten Lampung Barat, 2023).

Menurut Hanhadyanaputri dkk, (2023) buah kolang-kaling mengandung karbohidrat yang tinggi sehingga buah kolang-kaling sangat potensial untuk dijadikan tepung buah kolang-kaling. Walaupun mengandung karbohidrat, namun buah kolang-kaling mempunyai kandungan air yang tinggi. Chokngamvong *et al*, (2023) dalam penelitiannya menyatakan bahwa kadar air pada buah kolang-kaling adalah sebesar 93,6% dan terdapat perbedaan kadar air disetiap daerah disebabkan oleh asal tanaman dan perbedaan ketinggian wilayah penanaman. Kadar air yang tinggi menyebabkan buah kolang-kaling mudah rusak (*perishable*), namun penanganan pascapanen buah kolang-kaling masih tergolong tradisional, proses penyimpanannya dilakukan dengan perendaman yang ditambahkan gula atau kapur, cara tersebut tidak efektif dalam segi ekonomi dan membahayakan kesehatan (Fatharani dkk, 2020).

Saat ini, buah kolang kaling pemasarannya masih berupa penjualan buah segar dengan penyimpanannya hanya direndam di dalam air, sehingga menyulitkan distribusi pemasaran serta kurang luasnya pemasaran, begitu juga dengan penelitian Dameswari dkk, (2017) menyatakan dengan hal yang sama. Buah kolang-kaling merupakan produk olahan *minimally processed*, karena masih dapat memperlihatkan proses fisiologi setelah proses penanganan, perlakuan, dan pengemasan (Kirana, 2017). Penanganan pascapanen pada komoditas buah kolang-kaling salah satunya adalah pengeringan (Fatharani dkk, 2020). Produksi tepung buah kolang-kaling merupakan salah satu cara untuk meningkatkan nilai tambah produk buah kolang-kaling yang selama ini pemanfaatannya masih sangat terbatas (Dameswari dkk, 2017).

Pengeringan serbuk kolang-kaling yang dilakukan oleh Hanhadyanaputri dkk, (2023) menggunakan suhu 40°C selama 5 hari, sedangkan pada penelitian Anova dkk, (2019) menyebutkan bahwa untuk membuat serbuk kolang-kaling pengeringan dilakukan pada suhu 60°C dengan waktu 2-3 hari. Pengeringan yang dilakukan oleh Fitriilia dkk (2019) selama 30 menit menggunakan oven gelombang mikro pada suhu 70°C, sedangkan penelitian ini menggunakan variabel suhu 50°C-110°C dan waktu 1-8 jam agar lebih ekonomis dengan penggunaan suhu tinggi dengan rentang waktu yang lebih pendek dibandingkan dengan penelitian yang sudah dilakukan.

Proses pengeringan buah kolang kaling pada penelitian ini menggunakan model simulasi penting untuk memprediksi performa sistem pengeringan dengan model matematika (Garravanda *et al*, 2011), yang bertujuan untuk memudahkan dalam memilih kondisi operasi yang paling cocok dan mendesain peralatan pengeringan dan ruang pengeringan sesuai dengan kondisi operasi yang diinginkan (Gornichi *et al*, 2010). Kriteria pembanding yang dipakai untuk menentukan model persamaan yang terbaik selain koefisien determinasi (R^2), adalah *sum square error* (SSE) dan *root mean square error* (RMSE) (Yadollahinia *et al.*, 2008; Taheri-Garavanda *et al.*, 2011). Nilai R^2 digunakan sebagai kriteria pembanding untuk menentukan ketepatan model. Nilai RMSE merupakan deviasi antara nilai prediksi dari model

dengan nilai hasil percobaan. Semakin tinggi nilai R² dan semakin rendah nilai SSE dan RMSE maka model akan semakin tepat.

Proses penepungan dilakukan setelah buah kolang-kaling dikeringkan menjadi *chips* menggunakan *hammer disk mill*, *chips* buah kolang-kaling sangat keras dan berwarna coklat tua. Untuk mendapatkan tepung buah kolang kaling dengan kandungan galaktomanan yang tinggi maka dilakukan pemurnian dengan ekstraksi. Ekstraksi pada penelitian ini bertujuan untuk pemurnian galaktomanan dan meningkatkan performa tepung buah kolang-kaling.

Pelarut yang digunakan dalam ekstraksi adalah alkohol untuk pangan hal ini dikarenakan agar tepung ini dapat dimanfaatkan untuk pangan (*food*) maupun non pangan, selain itu alkohol memiliki harga yang relatif murah Purnavita *et al*, (2020). Penelitian Dameswari dkk.(2017), menyatakan bahwa konsentrasi asam sitrat 0,1% dari jeruk nipis mampu mempertahankan warna lebih baik dari pada konsentrasi 0,5% dan 1% pada serbuk kolang-kaling. Dameswari dkk. (2017), menyebutkan bahwa penambahan natrium bisulfit pada proses ekstraksi galaktomanan pada tepung buah kolang-kaling dapat meningkatkan performa serbuk kolang-kaling.

Ekstraksi dengan penambahan asam sitrat dan natrium bisulfit belum pernah dilakukan sebelumnya. Ekstraksi juga dapat meningkatkan karakteristik tepung secara kimiawi seperti adanya peningkatan kandungan karbohidrat, protein. Karakteristik kimiawi yang dapat menurun adalah kadar air, kadar abu dan kadar lemak. Penelitian Fitrilia dkk (2019) menyatakan bahwa kadar karbohidrat pada buah kolang-kaling sebagai bahan baku serbuk kolang-kaling mengalami kenaikan setelah menjadi serbuk buah kolang-kaling, sebaliknya kadar airnya mengalami penurunan akibat adanya ekstraksi.

Pemilihan bahan baku dilakukan berdasarkan ketersediaan bahan baku di Kabupaten Lampung Barat dan produk tepung buah kolang-kaling terbaik dianalisis kelayakan finansialnya agar dapat memberikan gambaran yang tepat mengenai

prospek usaha tepung buah kolang-kaling. Kelayakan finansial merupakan penelitian finansial yang dilakukan secara mendalam untuk menentukan usaha yang dijalankan akan memberikan keuntungan finansial dan nonfinansial sesuai dengan tujuan yang diinginkan (Yurnita dkk, 2021). Hasil analisa dinyatakan layak apabila memberikan keuntungan bagi perusahaan, pengusaha, investor, kreditor, pemerintah dan masyarakat luas (Arnold, dkk., 2020)

Pengembangan tepung buah kolang-kaling dilakukan selain meningkatkan nilai tambah buah kolang-kaling juga untuk meningkatkan pendapatan masyarakat Kabupaten Lampung Barat dan memberikan lapangan pekerjaan bagi warga masyarakat. Kriteria kelayakan finansial tersebut antara lain nilai *Net Present Value* (NPV), *Net Benefit Cost Ratio* (Rasio B/C), *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period* (PP).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana mengembangkan model matematika untuk mendapatkan waktu dan suhu terbaik?
2. Bagaimana mengembangkan penggunaan pelarut untuk mendapatkan pengaruh konsentrasi pelarut terhadap rendemen galaktomanan tepung buah kolang-kaling, analisis karakteristik tepung buah kolang-kaling terbaik dan identifikasi senyawa galaktomanan ?
3. Bagaimana analisis kelayakan finansial tepung buah kolang-kaling (*Arenga pinnata merr*) di Kabupaten Lampung Barat?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengembangkan model matematika pengeringan untuk mendapatkan waktu dan suhu terbaik
2. Mengembangkan penggunaan pelarut untuk mendapatkan pengaruh konsentrasi pelarut terhadap rendemen galaktomanan dan menganalisis karakteristik tepung

serta mengidentifikasi senyawa galaktomanan pada tepung buah kolang-kaling terbaik

3. Menganalisis kelayakan finansial tepung buah kolang-kaling (*Arenga pinnata Merr*) di Kabupaten Lampung Barat.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini yaitu:

1. Menambah wawasan pengembangan model matematika pengeringan untuk mendapatkan suhu dan waktu terbaik.
2. Menambah wawasan pengembangan pengaruh konsentrasi pelarut terhadap rendemen galaktomanan, menganalisis karakteristik tepung serta mengidentifikasi senyawa galaktomanan pada tepung buah kolang-kaling terbaik.
3. Mengembangkan usaha tepung buah kolang-kaling (*Arenga pinnata Merr*) di Kabupaten Lampung Barat dari hasil analisis kelayakan finansial.

1.5 Nilai Kebaruan dan Kedalaman

Penelitian ini fokus pada kajian produksi tepung buah kolang-kaling yang diperoleh dari tanaman aren yang berasal dari Kabupaten Lampung Barat belum pernah di publikasikan. Pengeringan buah kolang-kaling dari Kabupaten Lampung Barat menggunakan oven dengan variabel waktu pengeringan 1-8 jam dan suhu 50°C-110°C belum pernah dilakukan pada penelitian sebelumnya dengan analisis data menggunakan model matematika pengeringan. Model *middli kucuk* merupakan model matematika pengeringan yang sesuai dengan karakteristik buah kolang-kaling. Tujuan model matematika adalah mengetahui suhu dan waktu terbaik pengeringan buah kolang-kaling menggunakan pendekatan nilai R^2 , X^2 , SSE, EF dan RMSE.

Untuk mendapatkan tepung buah kolang-kaling yang sesuai dengan SNI, maka ekstraksi maserasi dengan penambahan asam sitrat dan natrium bisulfit merupakan metode yang belum pernah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Tujuan ekstraksi

maserasi adalah mendapatkan rendemen galaktomanan terbaik sehingga diperoleh tepung buah kolang-kaling terbaik yaitu dengan penambahan natrium bisulfit.

Tepung buah kolang-kaling memiliki manfaat yang sangat baik untuk pangan maupun non pangan. Bidang pangan bisa digunakan sebagai bahan tambahan pangan, *emulsifier*, *stabilizer* dan sebagai pengental, sedangkan bidang non pangan efektif penggunaannya untuk bahan farmasi (obat-obatan). Manfaat tepung buah kolang kaling diidentifikasi melalui uji LCMS dan diperoleh senyawa dominan (representatif grafik LC tertinggi) *axolinic acid* sebagai bahan anti biotik pada gejala infeksi dan pada fraksi polar *clobetasol propionate* yang digunakan sebagai anti inflamasi dan exim pada kulit.

karakterisasi tepung buah kolang-kaling yang berasal dari chips belum dilakukan, adapun karakteristik secara kimia yaitu dengan pengamatan uji *proximate*, derajat gelatinisasi, WHC (*Water Holding Capadity*), OHC (*Oil Holding Capacity*), *Swelling Power*, kadar polifenol. Analisis SEM digunakan untuk mengetahui bentuk morfologi tepung buah kolang-kaling dan analisi FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi senyawa galaktomanan.

Analisis finansial usaha tepung buah kolang-kaling di Kabupaten Lampung Barat belum dilakukan pada penelitian sebelumnya. Analisis ini memiliki tujuan agar para petani mendapatkan gambaran terkait pemanfaatan buah kolang-kaling menjadi tepung sehingga membantu petani meningkatkan pendapatan.

1.6 Kerangka Pemikiran

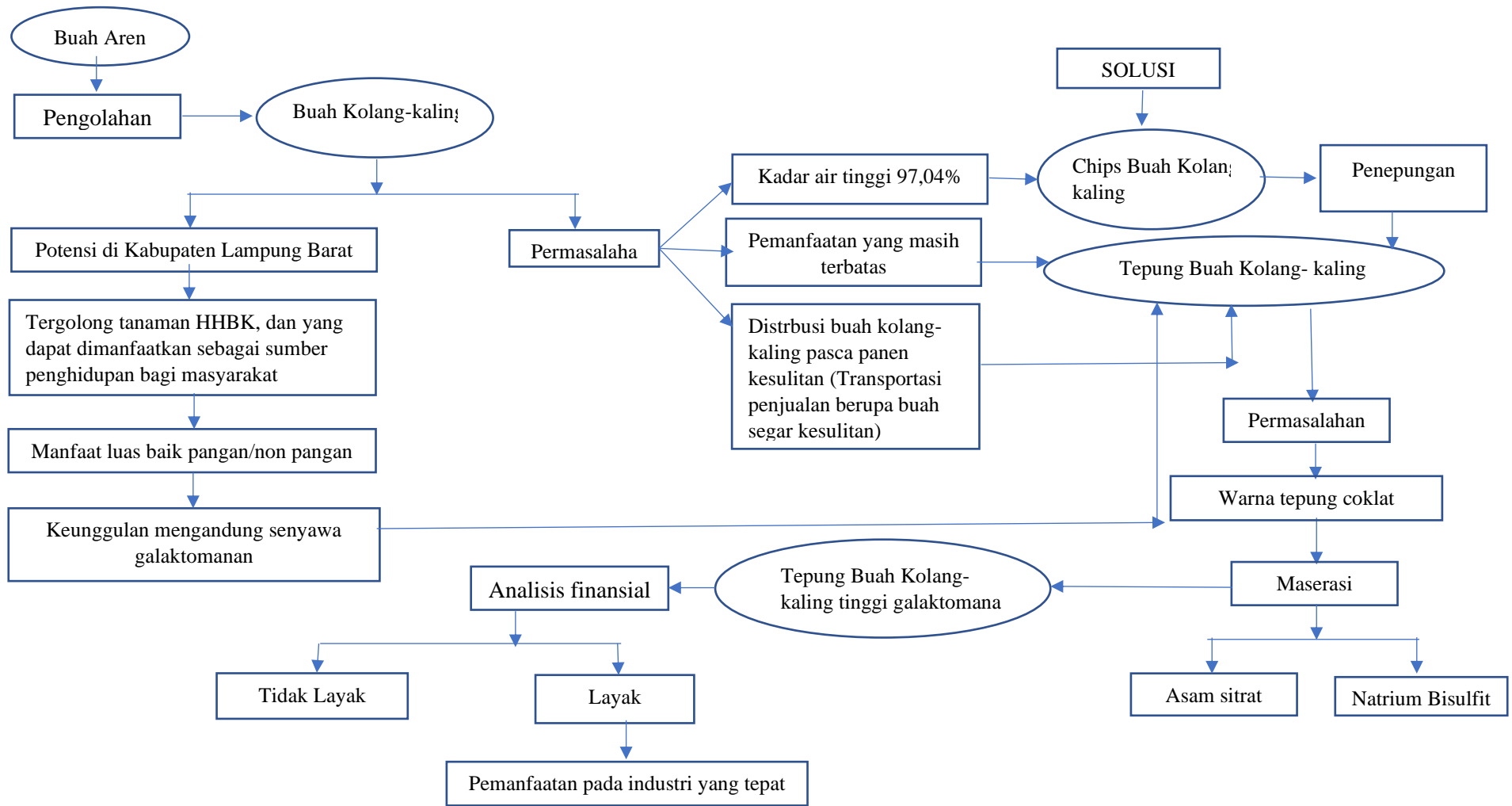
Pemanfaatan buah kolang-kaling saat ini masih sangat terbatas, yaitu dengan dikonsumsi langsung untuk campuran makanan. Penelitian ini mennggali manfaat buah kolang-kaling dengan mengolah kolang-kaling menjadi tepung buah kolang-kaling dan belum ada penelitian mengenai tepung buah kolang-kaling. Buah kolang-kaling berasal dari buah betina yang diolah menjadi buah kolang-kaling.

Pengeringan dijadikan salah satu tahapan penting dalam proses pembuatan tepung buah kolang-kaling. Pengeringan buah kolang-kaling menghasilkan *chips* yang berwarna coklat tua, sehingga pada saat penepungan menggunakan *hammer disk mill* menghasilkan tepung yang berwarna coklat tua. Performa tepung tersebut menjadi kurang menarik dan belum murni galaktomanan, oleh karena itu dilakukan maserasi menggunakan pelarut alkohol dengan ditambahkan asam sitrat dan natrium bisulfit. Tujuan maserasi selain meningkatkan performa tepung dan ekstraksi galaktomanan (pemurnian) serta memperoleh senyawa aktif lainnya yang terkandung di dalam tepung buah kolang-kaling yang terbaik untuk mendapatkan manfaat lainnya.

Tepung buah kolang-kaling hasil ekstraksi disebut tepung buah kolang-kaling terbaik, kemudian di kaji lebih dalam manfaatnya dengan menganalisis fisikokimia tepung tersebut, selain itu kandungan senyawa aktif pada tepung buah kolang-kaling. Analisis fisik tepung dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan karakteristik tepung buah kolang-kaling sehingga mengetahui bentuk granula tepung. Analisis kimiawi dilakukan dengan tujuan memperoleh daya serap terhadap air (*water holding capacity*), daya serap minyak (*Oil Holding Capacity*), kadar polifenol dan analisis *proximate*.

Analisis kelayakan finansial bertujuan untuk memberikan gambaran kepada petani, pelaku usaha, maupun investor bahwa usaha tepung buah kolang-kaling mengenai kelayakan usaha. Faktor yang berpengaruh terhadap kelayakan finansial diantaranya IRR (*Internal Rate Return*), *Pay back Periode*, NPV (*Net Present Value*) dan BC ratio. *Net Present Value* (NPV) merupakan salah satu indikator kelayakan finansial, dan usaha tepung buah kolang-kaling dinyatakan layak ketika apabila nilai NPV lebih besar dari nol. Proyek dinilai layak jika IRR lebih besar dari persentase biaya modal (bunga kredit) atau sesuai dengan persentase keuntungan yang ditetapkan oleh investor, dan sebaliknya, proyek dinilai tidak layak jika IRR lebih kecil dari biaya modal atau lebih rendah dari keinginan investor.

Payback period merupakan jangka waktu periode yang diperlukan untuk membayar kembali semua biaya-biaya yang telah dikeluarkan dalam investasi usaha tepung buah kolang-kaling dengan hasil yang diperoleh oleh investasi tersebut. Semakin cepat suatu investasi dapat ditutup kembali maka semakin diinginkan investasi tersebut. Untuk melihat keuntungan dari usaha ini BC ratio menggambarkan keuntungan yang diperoleh, jika nilainya lebih dari 1 maka usaha tersebut menguntungkan dan bisa dilanjutkan, jika kurang dari 1 maka usaha tepung buah kolang-kaling tidak menguntungkan. Berikut bagan alur kerangka pikir disajikan pada Gambar 1.1



Gambar 1.1. Kerangka pemikiran

1.7 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini yaitu:

1. Model pengeringan matematika *midli kucuk* dapat digunakan sebagai model pengeringan pada buah kolang-kaling.
2. Konsentrasi asam sitrat dan natrium bisulfit memberikan pengaruh terhadap rendemen galaktomann dan Identifikasi senyawa galaktomanan ditemukan pada fraksi polar dan pada fraksi semipolar ditemukan senyawa lain yang dapat dimanfaatkan untuk bahan baku industri farmasi, kimia dan kosmetik.
3. Analisis kelayakan finansial tepung buah kolang-kaling (*Arenga pinnata Merr*) di Kabupaten Lampung Barat layak untuk dikembangkan sebagai bahan baku industri obat-obatan (farmasi) dan tidak layak untuk bahan baku industri pangan jika ditinjau dari harga jual tepung buah kolang-kaling.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Kolang-kaling

Di Indonesia pohon aren terdapat hampir di seluruh wilayah nusantara (Damanik dkk., 2018). Menurut Purnomo (2020), dalam penelitiannya menyebutkan bahwa buah kolang-kaling mempunyai sejumlah nama daerah, yaitu bakjuk (Aceh), pola (Karo), enau (Sunda), kolang kaling (Jawa), nipah serta nawa-nawa (Ambon). Buah ini memiliki ciri fisik seperti berikut bentuknya bulat, ujung tertoreh, memiliki ukuran 4x5 cm, *sesil* dan terdapat 3 *bractea* yang tebal, letaknya berkumpul sepanjang tangkai perbungaan, berwarna hijau kulit paling luarnya, buah yang sudah siap panen berubah menjadi hijau kekuningan dan memiliki 3 biji pada buah betina dengan garis tengah 4 cm (Ramadani, 2008).

Buah kolang-kaling berasal dari tanaman aren, yang memiliki panjang tandan (pangkal bunga) berkisar 60-90 cm dan memiliki bunga jantan (*arirang*) dan bunga betina (*Halto*). Tanaman aren yang memproduksi menghasilkan air nira adalah bunga jantan, sedangkan bunga betina menghasilkan buah kolang kaling. Penelitian Ramadani (2008) menyatakan bahwa tanaman aren yang pertumbuhannya dikatakan baik, biasanya memiliki panjang tandan sekitar 90 cm. Ciri fisik bunga aren jantan dan betina adalah letaknya terpisah, memiliki ukuran besar, tangkai perbungaan muncul dari batang, panjangnya 1-1,5 m masing-masing pada *rachille* (Ramadani, 2008). Bunga aren berbentuk tandan dengan malai bunga yang menggantung. Bunga tersebut tumbuh pada ruas-ruas batang bekas tempat tumbuh pelepah. Proses penyerbukan tanaman aren dibantu oleh serangga dan jika proses penyerbukan berjalan baik akan menghasilkan buah yang lebat.

Berikut adalah gambar kolang kaling yang disajikan pada gambar 2.1



Gambar 2.1. Buah kolang-kaling (*Arenga Pinnata merr*)
Sumber: Dokumen pribadi (2024)

Buah kolang kaling tumbuh bergelantungan pada tandan yang bercabang dengan panjang sekitar 90 cm. Pohon aren yang pertumbuhannya baik, maka dalam satu pohon terdapat 4-5 tandan buah. Aren merupakan jenis tanaman tahunan, berukuran besar, berbentuk pohon soliter tinggi hingga 12 m, diameter setinggi dada (DBH) hingga 60 cm (Ramadani *et al.*, 2008).

Kolang-kaling yang siap dipanen memiliki ciri fisik kulit bijinya tipis, lembek dan berwarna kuning. Inti biji (*endosperm*) berwarna putih agak bening dan lunak. Endosperma kolang-kaling berupa protein albumin yang lunak dan putih seperti kaca kalau masih muda (Soeseno, 1992). Inti biji inilah yang disebut kolang-kaling oleh masyarakat dan biasa digunakan sebagai bahan makanan (Lutony, 1993). Proses pengolahan buah kolang-kaling, biasanya dengan dibakar atau direbus untuk mengeluarkan intinya, kemudian inti-inti biji itu direndam dalam air kapur beberapa hari atau tanpa air kapur untuk menghilangkan getahnya yang gatal dan beracun. Buah ini tidak dapat dikonsumsi langsung karena getahnya sangat gatal sebab mengandung kristal kalsium oksalat. Rasa gatal yang muncul disebabkan oleh ratusan ujung kristal yang menusuk sel-sel kulit manusia dan tidak mudah hilang hanya dengan dicuci. Kalsium oksalat ini banyak terdapat di bagian *endocarp*. Berikut adalah gambar pohon aren di kabupaten Lampung Barat yang disajikan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Pohon aren
Sumber: Dokumentasi pribadi (2024)

Usia panen buah kolang-kaling adalah 8-12 bulan. Jika dipetik pada waktu diatas 12 bulan akan diperoleh buah kolang-kaling (*Arenga pinnata merr*) yang memiliki tekstur keras dan kurang diminati masyarakat. Buah kolang-kaling dipanen saat memperlihatkan dua atau tiga inti biji endosperma putih yang terbungkus dalam cangkang yang keras dan tipis. Bagian tengah buah yang belum matang agak tembus cahaya dan halus. Kandungan serat yang tinggi pada buah kolang-kaling bermanfaat bagi kesehatan karena dapat memperlancar buang air besar, mengurangi risiko obesitas, diabetes, penyakit jantung koroner, kanker usus besar, dan kondisi terkait lainnya (Purnomo, 2020).

Buah kolang-kaling rendah kalori, dalam 100 gram buah kolang-kaling, terdapat 27 kalori, 0,4 gram protein, 0,2 gram lemak, 6 gram karbohidrat, 1,6 gram serat, 91 miligram kalsium, 243 miligram fosfor, dan 0,5 miligram zat besi (Julianto, 2014). Menurut Lempang (2012), buah kolang-kaling memiliki kandungan serat kasar sebesar 0,95 g, kadar abu sekitar 1 g, dan kadar albumin hingga 60%, kadar air sebesar 93,6%, protein sebesar 2,344%, karbohidrat sebesar 56,571%, dan serat kasar sebesar 10,524%.

Purnomo dkk. (2020) penelitiannya menyebutkan bahwa buah kolang-kaling mengandung 3,4% pati, 82,72% amilosa, dan 93,75% amilopektin. Senyawa galaktomanan pada buah kolang-kaling memiliki beberapa kegunaan dalam bidang pangan dan non pangan (farmasi dan kosmetik) sebagai pengental, penstabil emulsi, dan aditif. Buah kolang-kaling mengandung galaktomanan sebesar 4,15% (Zulmi dkk., 2018). Berikut adalah tabel komposisi kimia buah kolang-kaling, yang disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Komposisi kimia buah kolang-kaling

Komponen	Satuan	Kadar
Kadar air	%	91,75
Protein	g	0,40
Lemak	g	0,20
Karbohidrat	g	6,00
Serat	g	1,60
Kalsium	Mg	81,0
Fosfor	Mg	243
Zat besi	Mg	0,50

Sumber: Zulmi dkk. (2018)

Penelitian Sunanto (1993), menyatakan bahwa tanaman aren mulai membentuk bunga pada umur sekitar 12-16 tahun, sedangkan tanaman aren di Kabupaten Lampung barat mulai berbunga pada umur 13-14 tahun berdasarkan hasil pengamatan. Perbedaan usia produktif disebabkan oleh faktor lokasi penanaman dan ketinggian penanaman, serta faktor penyerbukan.

Buah kolang kaling memiliki nilai gizi sangat rendah, akan tetapi serat kolang kaling baik untuk kesehatan. Serat kolang kaling dan serat dari bahan makanan lain yang masuk ke dalam tubuh menyebabkan proses pembuangan air besar teratur sehingga bisa mencegah kegemukan (obesitas), penyakit jantung koroner, kanker usus, dan penyakit kencing manis (Fitrilia, 2019). Kolang kaling banyak digunakan sebagai bahan campuran beraneka jenis makanandan minuman. Antara lain dalam pembuatan kolak, ronde, ice jumbo, es campur, cake, minuman kaleng, manisan dan lain-lain.

Buah kolang-kaling mudah rusak, kerusakan primer menurut Dameswari dkk (2017) menyatakan perubahan warna kolang kaling menjadi coklat (*browning*), hal ini disebabkan oleh oksidasi dari enzim polifenol oksidase (PPO). Tahap pencokelatan dimulai dengan tahap oksidasi senyawa-senyawa fenolik oleh enzim polifenol oksidase yang membentuk kuinon dan diakhiri dengan pembentukan melanin (pigmen berwarna coklat) (Krisetyadi dkk, 2022). Aktifitas enzim polypenol oxidase dengan bantuan oksigen mengubah gugus monophenol menjadi O-hidroksi phenol, kemudian diubah lagi menjadi O-kuinon. Gugus O-kuinon inilah yang menyebabkan warna menjadi coklat (Gomes *et al.*, 2014).

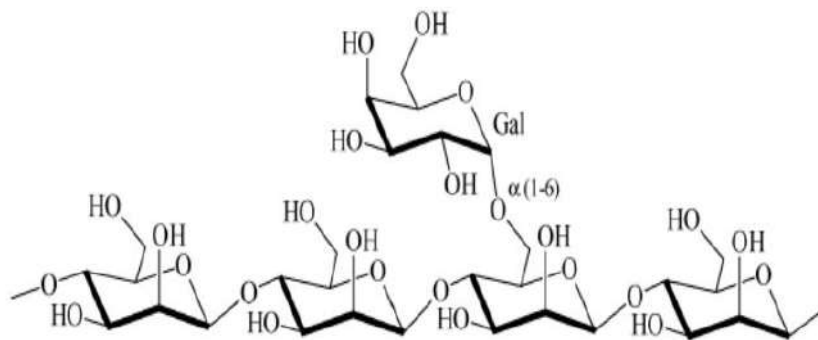
2.2 Galaktomanan (C₁₈H₃₂O₁₆)

Galaktomanan merupakan karbohidrat bagian dari polisakarida, galaktomanan banyak dihasilkan dari tanaman jenis *Leguminaceae*. Senyawa galaktomanan terdapat pada butiran benih pada tanaman legume di daerah yang semi kering di dunia. Struktur dasar yang membangun galaktomannan adalah galaktosa dan manosa. Polisakarida galaktomannan memiliki struktur umum yang linear, yang mana unit polimer (1→4)-β-D-mannopiranos, terikat (1→6) dengan α-D-galaktosa. Galaktomannan dari tumbuhan yang berbeda akan menghasilkan berat molekul, rasio penyusun polisakarida (M:G), dan fungsi yang berbeda. Galaktomanan yang memiliki bentuk cis-hidroksil pada cabang gula, mempunyai afinitas yang lebih tinggi dalam air, dibandingkan selulosa dan pati, yang polimer glukosanya membentuk trans-hidroksil. Galaktomanan yang dijumpai pada tanaman merupakan cadangan karbohidrat yang dapat mengatur banyaknya air pada biji selama proses perkecambahan.

Kandungan galaktomanan dari masing-masing tanaman berbeda-beda, begitu juga pada rasio manosa dan galaktosa, distribusi galaktosa pada rantai manosa dan berat molekulnya. Rasio rantai manosa dan galaktosa pada umumnya berkisar pada 1,1-5,0. Sifat fisikokimia galaktomanan dapat dikarakterisasi dengan menggunakan beberapa peralatan dan teknik yang berbeda. Parameter-parameter yang penting dalam karakterisasi galaktomannan adalah perbandingan manosa dan galaktosa,

rata-rata berat molekul, bentuk struktur, dan viskositas intrinsiknya.

Kelebihan galaktomanan jika dibandingkan dengan jenis polisakarida yang lain adalah kemampuannya untuk membentuk suatu larutan yang kental dalam kondisi konsentrasi yang sangat rendah, dan hanya sedikit dipengaruhi pH, kekuatan ionik dan pemanasan. Viskositas galaktomannan sangat konstan sekali pada kisaran pH 1-10,5 yaitu 118,5 mPas, hal ini kemungkinan disebabkan oleh karakter molekulnya yang bersifat netral, namun pada suhu yang tinggi, dan kondisi yang sangat asam atau basa, galaktomannan dapat terdegradasi (Purnomo, 2020). Berikut adalah struktur galaktomanan yang disajikan pada Gambar 2.3



Gambar 2.1. Struktur galaktomanan ($C_{18}H_{32}O_{16}$)
Sumber: Harun *et al*, (2011)

Beberapa penelitian terkait penggunaan senyawa galaktomannan sebagai pengental dan stabilizer pada emulsi (Sarmi dkk., 2016), industri tekstil, farmasi, biomedis, kosmetik dan makanan (Prasetyo dkk., 2019) dan Barlina (2015), dalam penelitiannya sering digunakan sebagai suplemen serat pangan dan menjadi bahan baku *edible film*.

2.3 Ekstraksi Galaktomanan

Ekstraksi merupakan suatu proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan yang tidak saling larut (Purnavita, 2020). Faktor-faktor yang mempengaruhi ekstraksi, yaitu suhu, luas permukaan, pelarut, perbandingan zat terlarut dan pelarut, kecepatan pengadukan, dan waktu (Sari dkk., 2019). Ekstraksi digolongkan menjadi 5 jenis, yaitu maserasi, *assisted solvent*

extraction, perkolasi, *soxhlet*, dan refluks (Purnavita dkk., 2020). Ekstraksi dengan metode refluks merupakan ekstraksi dengan pelarut selama waktu tertentu dan disertai dengan adanya pendinginan balik (Awainah, 2015). Metode ekstraksi refluks dapat digunakan sebagai metode pengambilan galaktomannan dari kolang kaling, karena metode ini memiliki kemudahan dalam proses pengoperasian dan sesuai dengan bahan dengan tekstur kasar serta tahan panas.

Hal yang perlu diperhatikan di dalam proses ekstraksi adalah pemilihan jenis pelarut. Penggunaan suatu jenis pelarut dapat memberikan pengaruh terhadap rendemen senyawa yang dihasilkan (Angghita dkk., 2012). Pada senyawa polar, pelarut yang sering digunakan yaitu etanol, methanol, aquades, dan aseton (Anggitha dkk., 2012). Metode ekstraksi refluks menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan proses maserasi, hal ini dikarenakan adanya pemanasan saat proses ekstraksi, akan tetapi metode refluks dapat menurunkan kandungan protein dan membutuhkan biaya yang lebih besar dibandingkan dengan metode maserasi (Susanti dkk., 2016). Penelitian Putra dkk. (2016), menyatakan bahwa proses ekstraksi secara maserasi lebih rendah biaya yang diperlukan dibandingkan dengan refluks dan *assisted extraction*.

Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi refluks yaitu aquades, hal ini dikarenakan sifat galaktomannan yang memiliki bentuk cis-hidroksil pada cabang gula, sehingga memiliki afinitas yang lebih tinggi dalam air, dibandingkan selulosa dan pati, yang polimer glukosanya membentuk trans-hidroksil (Mathur dkk., 2012). Ekstraksi galaktomannan pada penelitian Sari dkk. (2019), menyatakan bahwa hasil ekstraksi galaktomannan pada ampas kelapa, menggunakan metode maserasi dengan pelarut aquades dan menghasilkan rendemen sebesar 3,82%, sedangkan pada penelitian Zultiniar dkk. (2019), ekstraksi galaktomannan dengan pelarut alkohol dan metode refluks menghasilkan rendemen 0,90%. Penelitian Zulmi dkk. (2018), ekstraksi galaktomannan dari kolang kaling dengan pelarut aquades dibandingkan (Tarigan, 2014) dengan pelarut etanol maka lebih optimal menggunakan metode maserasi dengan ethanol.

Penelitian dilakukan oleh Mahfiroh dkk. (2017), menyatakan bahwa ekstraksi buah kolang-kaling menghasilkan rendemen galaktomanan sebesar 11,59% menggunakan metode maserasi kinetik, Citrawati dkk. (2017), dalam penelitiannya menyatakan bahwa ekstraksi galaktomanan dengan menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* menghasilkan rendemen sebesar 9,377% Penelitian Zuhmi dkk. (2013), membandingkan rendemen galaktomanan pada buah nipah dan kolang kaling menyatakan bahwa rendemen galaktomanan pada kolang kaling lebih besar 4,71% dibandingkan dengan rendemen galaktomanan pada buah nipah.

2.4. Pengerinan

Pengerinan adalah proses perpindahan atau pengeluaran kandungan air bahan hingga mencapai kandungan air tertentu. Pengerinan bahan pangan memiliki dua tujuan utama yaitu sebagai sarana memperpanjang umur simpan dan untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme pembusuk serta meminimalkan bias distribusi bahan makanan karena berat dan ukuran makanan menjadi lebih rendah (Natipulu dkk., 2012 dan Wicaksono, 2012).

Faktor yang mempengaruhi pengerinan antara lain geometri (bentuk dan ukuran) irisan, beban tiap unit area pengering, kandungan air awal, kecepatan udara pada alat pengering, temperatur dan kelembaban berpengaruh terhadap waktu pengerinan (Eko dkk., 2003 dan Benti dkk., 2011). Pengaturan suhu dan lamanya waktu pengerinan dilakukan dengan memperhatikan kontak antara alat pengering dengan alat pemanas baik itu berupa udara panas yang dialirkan maupun alat pemanas lainnya. Tujuan pengerinan antara lain agar produk dapat disimpan lebih lama, mempertahankan daya fisiologik bahan, mendapatkan kualitas yang lebih baik, menghemat biaya pengangkutan (Mc. Cabe, 2002)

a. Pengerinan dengan cara alami

Pengerinan bertujuan untuk memperpanjang umur simpan dengan cara mengurangi kadar air untuk mencegah tidak ditumbuhi oleh mikroorganisme

pembusuk. Dalam proses pengeringan dilakukan pengaturan terhadap suhu, kelembaban (*humidity*) dan aliran udara. Perubahan kadar air dalam bahan pangan disebabkan oleh perubahan energi dalam sistem. Untuk itu, dilakukan perhitungan terhadap neraca massa dan neraca energi untuk mencapai keseimbangan. Pada metode *Cadbury*, jika cuaca tidak memungkinkan dapat diganti dengan hembusan udara pada pengeringan buatan. Pada tahap dengan suhu udara 45°C - 60°C sampai kering membutuhkan pengeringan selama 7-8 jam sehari. Selama penjemuran dilakukan pembalikan hamparan bahan selama 1-2 jam sekali.

b. Pengeringan dengan udara panas secara buatan

Proses pengeringan dilakukan dengan alat pengering untuk menghemat tenaga manusia, terutama pada musim hujan. Berbagai cara pengeringan buatan yang memiliki prinsip sama yaitu mengurangi kadar air dengan panas pengeringan sekitar 40°C – 60°C, sehingga kadar air turun menjadi 13%-15 %. Alat pengering dapat digunakan setiap saat dan dapat dilakukan pengaturan suhu sesuai dengan kadar air yang diinginkan. Cara ini lebih baik karena tidak tergantung cuaca dan bahan bakar lebih sedikit. Pengeringan yang demikian biasanya menggunakan *Barico dryer* dan *cabinet dryer*. Lama pengeringan tergantung dari jenis alat pengeringnya. Prinsip pengeringannya menggunakan udara pengering sebagai medium panas dalam menurunkan kadar air hingga 9%-11%.

2.5 Tepung

Tepung merupakan suatu partikel padatan yang berbentuk butiran halus atau sangat halus tergantung pemakaiannya. Biasanya tepung digunakan untuk keperluan penelitian, rumah tangga dan baku industri sebagai salah satu faktor untuk bahan baku olahan makanan. Penggunaan tepung buah kolang kaling (*Arenga pinnata merr*) berpengaruh terhadap sifat fisikokimia (daya ikat air, susut masak, kadar protein dan kadar lemak), tetapi tidak berpengaruh terhadap akseptabilitas (warna, rasa, aroma, keempukan, dan total penerimaan). Tepung juga mempunyai sifat gluten, dimana dalam sifat gluten tersebut merupakan senyawa protein yang

terdapat pada tepung dan bersifat kenyal dan elastis yang diperlukan dalam pembuatan roti atau bahan olahan makanan lainnya (Kusmawati, 2000).

Tepung kolang kaling (*Arenga pinnata merr*) memiliki aroma dan bau yang khas dari kolang kaling (*Arenga pinnata merr*). Tepung kolang kaling (*Arenga pinnata merr*) biasanya digunakan dalam berbagai olahan makanan seperti kue dan kerupuk. Tepung kolang kaling (*Arenga pinnata merr*) memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi dan protein yang rendah. Komposisi kimia tepung kolang kaling (*Arenga pinnata*) yaitu kadar air 10%, kadar protein 0,48%, kadar lemak 0,07% dan karbohidrat 89,31 (Laboratorium Kimia Makanan Ternak, 2010).

2.6 Model Matematika Pengeringan

Pengeringan merupakan metode yang digunakan untuk mengeringkan hasil pasca panen pada produk pertanian, karena produk pertanian pada umumnya bersifat mudah rusak (*perishable*), agar dapat meningkatkan masa simpan. Faktor yang mempengaruhi pengeringan diantaranya waktu pengeringan, suhu pengeringan, dan luas penampang. Model matematika pengeringan merupakan perhitungan matematika pengeringan yang digunakan untuk menentukan suhu, waktu dan konstanta pengeringan agar pengeringan dapat optimal dan sesuai dengan karakteristik bahan baku yang akan dikeringkan.

Penerapan model matematika digunakan agar lebih mudah dalam menentukan praktis (Neto *et al.*, 2016). Berikut ini adalah beberapa model matematika paling populer yang digunakan dalam pengeringan (Moura *et al.*, 2023; Neto *et al.*, 2016; Ranemaye *et al.*, 2008). Setelah melakukan perhitungan kadar air pada eceng gondok, selanjutnya dilakukan perhitungan *Moisture Ratio* (MR) bahan. *Moisture Ratio* (MR) merupakan bilangan tidak berdimensi untuk menggambarkan rasio perubahan kadar air suatu waktu terhadap kadar air awal (Taufan, 2020). Kemudian hasil perhitungan disajikan dalam bentuk tabel. *Moisture Ratio* (MR) dihitung dengan persamaan berikut:

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_o - M_e}$$

Keterangan :

MR = *Moisture Ratio*

Mo = Kadar air awal (%bk)

Me = Kadar air setimbang (%bk)

Mt = Kadar air pada saat t (%bk)

bk = Berat kering

Setelah melakukan perhitungan *Moisture Ratio* (MR) selanjutnya, dilakukan perhitungan pada model matematika pengeringan. Model matematika tersebut disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Persamaan pada model pengeringan

No	Nama Model	Model Matematika
1	Newton	$Mr = \exp(-kt)$
2	Henderson-Pabis	$Mr = \alpha \exp(-kt)$
3	Page	$Mr = \exp(-kt^n)$
4	Midili Kucuk	$Mr = \alpha \exp(-kt^n) + bt$
5	Logarithmic	$Mr = \alpha \exp(-kt) + c$
6	Modified Page	$Mr = \exp(-kt)^n$

Sumber: Nurmuliana dkk. (2022)

Berdasarkan pada Tabel 2.2 diatas, dapat diketahui bahwa dalam penentuan model matematika memerlukan hasil analisis MR eksponensial dan waktu pengeringan. Adapun k, a, b, c, dan n merupakan konstanta yang dapat diperoleh dengan analisis regresi non linier (*microsoft excell solver*). Prinsip pemodelan menjelaskan tentang sistem bekerja selama proses pengeringan yang didasarkan pada berbagai persamaan matematika, dari persamaan ini memungkinkan untuk menghitung parameter yang telah ditentukan yang mempengaruhi kondisi bahan selama proses pengeringan (Afifah et al., 2015).

Pemodelan proses pengeringan yang paling sederhana adalah model kinetika pengeringan untuk sistem pengeringan lapis tipis dikenal dengan *thin layer drying*. Model pengeringan tipe ini dapat dikategorikan sebagai sistem model parameter

lump karena diasumsikan memiliki konsentrasi air, temperatur dan karakteristik yang sama. Selaras dengan jurnal Inyang (2018) yang menyatakan bahwa karakteristik pengeringan bahan pertanian umumnya dikaji dengan menggunakan pendekatan model kinetika untuk sistem pengeringan lapis tipis (*thin layer drying*). model kinetika pengeringan mampu menjelaskan secara signifikan tentang parameter yang berdampak terhadap proses pengeringan, meliputi kondisi pengeringan, jenis pengeringan dan karakteristik bahan yang dikeringkan (Onwude *et al.*, 2016).

Proses pengeringan buah kolang-kaling dalam penelitian ini menggunakan prinsip pengeringan lapisan tipis adalah pengeringan yang terjadi pada bahan dalam bentuk lapisan tipis sehingga aliran udara pengering yang melewati bahan menerima langsung dengan kelembaban relatif dan suhu konstan, karena pada pengeringan lapisan tipis memiliki bidang pengering lebih besar dan ketebalan bahan satu lapis yang mengakibatkan berlangsungnya pengeringan serentak dan merata diseluruh bahan. (Murad *et al.*, 2019).

Karakteristik pengeringan untuk sistem lapisan tipis dapat dinyatakan dengan kosntanta pengeringan. Optimasi proses ini dilakukan untuk mendapatkan kondisi-kondisi yang menghasilkan efisiensi pengeringan yang lebih baik sehingga parameter-parameter dapat ditentukan dengan pengkorelasian model empiris terhadap data-data eksperimen yang dilakukan dengan metode tertentu. Parameter model yang dapat ditentukan adalah difusifitas *moisture* efektif, konduktifitas panas efektif dan konstanta pengeringan.

Analisis tingkat kesesuaian merupakan kriteria utama memilih model terbaik dan memprediksi karakteristik pengeringan dalam menggambarkan kurva pengeringan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) dan *modelling efficiency* (EF) mendekati 1, sedangkan nilai dari *chi square* (χ^2), *root mean square error* (RMSE) dan *sum square error* (SSE) mendekati 0. Perhitungan tingkat kesesuaian dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$R^2 = \frac{\sum (MR_{pre.i} - MR_{exp.i})^2 Ni}{1 - \sum (MR_{pre} - MR_{exp})^2 Ni} = 1$$

Keterangan:

R^2 = Koefisien determinasi

$MR_{pre.i}$ = Nilai *moisture ratio* prediksi terhadap i

$MR_{exp.i}$ = Nilai *moisture ratio* eksperimen terhadap i

\overline{MR}_{pre} = Nilai rata-rata *moisture ratio* prediksi

$$\chi^2 = \sum (MR_{exp.i} - MR_{pre.i})^2 Ni = 1N - Z \quad (5)$$

Keterangan:

χ^2 = Distribusi *chi square*

$MR_{exp.i}$ = Nilai *moisture ratio* eksperimen terhadap i

$MR_{pre.i}$ = Nilai *moisture ratio* prediksi terhadap i

N = Jumlah data

Z = Jumlah konstanta

$$RMSE = \sqrt{\sum (MR_{exp.i} - MR_{pre.i})^2 Ni} = 1N \quad (6)$$

Keterangan:

$RMSE$ = Nilai error (*Root Mean Square Error*)

$MR_{exp.i}$ = Nilai *moisture ratio* eksperimen terhadap i

$MR_{pre.i}$ = Nilai *moisture ratio* prediksi terhadap i

N = Jumlah data

$$SSE = \sum (MR_{exp.i} - MR_{pre.i})^2 Ni = 1N \quad (7)$$

Keterangan:

SSE = Jumlah nilai error (*Sum Square Error*)

$MR_{exp.i}$ = Nilai *moisture ratio* eksperimen terhadap i

$MR_{pre.i}$ = Nilai *moisture ratio* prediksi terhadap i

N = Jumlah data

$$EF = \frac{(\sum (MR_{exp.i} - MR_{expmean.i})^2 - \sum (MR_{pre.i} - MR_{exp.i})^2)}{(\sum (MR_{exp.i} - MR_{expmean})^2)}$$

Keterangan:

EF = Efisiensi pemodelan (*Modelling Efficiency*)

$MR_{exp.i}$ = Nilai *moisture ratio* eksperimen terhadap i

$MR_{exp,mean.i}$ = Nilai rata-rata *moisture ratio* eksperimen terhadap i

$MR_{pre.i}$ = Nilai *moisture ratio* prediksi terhadap i

2.7. Analisa Kelayakan Finansial Tepung Buah Kolang-Kaling

Analisa kelayakan finansial merupakan salah satu aspek dalam kelayakan suatu usaha, agar memiliki perencanaan yang baik. Produk tepung buah kolang-kaling saat ini belum ada yang memproduksi dan memasarkannya, pemanfaatannya masih terbatas, analisis finansial menunjukkan bahwa produk ini layak atau tidak layak jika diproduksi, Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap analisis kelayakan Tepung Buah Kolang-kaling antara lain:

a. Biaya

Menurut Mulyadi (1993), pengertian biaya terbagi menjadi dua arti, yaitu dalam arti sempit dan luas. Dalam arti sempit biaya merupakan bagian dari harga pokok yang digunakan dalam usaha untuk memperoleh penghasilan. Sedangkan dalam arti luas, biaya adalah pengorbanan sumber ekonomi yang diukur dalam satuan uang yang telah terjadi atau kemungkinan akan terjadi untuk mencapai tujuan tertentu. Biaya merupakan nilai dari semua masukan ekonomis yang diperlukan, yang dapat diperkirakan dana diukur untuk menghasilkan suatu produk. Menurut Gaspersz (2004), pada dasarnya yang diperhitungkan dalam jangka pendek adalah biaya tetap dan biaya variabel. Berikut adalah penjelasan biaya tetap dan biaya variabel:

- 1) Biaya tetap merupakan biaya yang dikeluarkan untuk pembayaran input-input tetap dalam proses produksi jangka pendek. Penggunaan input tetap tidak tergantung pada kuantitas output yang diproduksi dan dalam jangka panjang yang termasuk biaya tetap adalah biaya untuk membeli mesin dan peralatan, pembayaran upah dan gaji tetap untuk tenaga kerja.
- 2) Biaya variabel merupakan biaya yang dikeluarkan untuk pembayaran input-input variabel dalam proses produksi jangka pendek. Penggunaan input variabel tergantung pada kuantitas output yang diproduksi dimana semakin besar

kuantitas output yang diproduksi, maka semakin besar biaya variabel yang digunakan. Biaya variabel adalah biaya atau upah tenaga kerja langsung, biaya bahan penolong dan lain-lain.

Besarnya biaya yang dikeluarkan menentukan harga pokok produksi yang dihasilkan. Biaya tetap (*fixed cost*) adalah biaya yang sifatnya tidak dipengaruhi besar kecilnya produksi, misalnya pajak, penyusutan alat, bunga pinjaman, dan sewa lahan. Sedangkan biaya variabel (*variable cost*) adalah biaya yang sifatnya berubah sesuai dengan besarnya produksi (Suratiyah dkk., 2015).

b. Penerimaan

Penerimaan menurut Suratiyah dkk. (2015), adalah seluruh pendapatan yang diperoleh dari usahatani selama satu periode diperhitungkan dari hasil penjualan atau penaksiran kembali. Soekartawi (2006) menyatakan bahwa penerimaan adalah hasil perkalian antara hasil produksi yang telah dihasilkan selama proses produksi dengan harga jual produk. Menurut Sahri dkk. (2012), penerimaan dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu :

1) Penerimaan Kotor (*Gross Return*).

Penerimaan kotor merupakan total jumlah uang atau barang yang bernilai uang yang kita terima dalam periode tertentu (biasanya dihitung dalam jumlah tertentu). Dalam operasi bisnis, penerimaan kotor dihitung atas dasar volume produksi yang dihasilkan dikalikan dengan harganya.

2) Penerimaan Bersih (*Net Return*).

Penerimaan bersih merupakan selisih antara penerimaan kotor dikurangi biaya-biaya yang digunakan.

3) Penerimaan Rata-rata (*Average Return*)

Penerimaan rata-rata ini merupakan kotor dibagi dengan satu atau lebih input (misalnya hari kerja, jumlah rupiah yang diinvestasikan, jumlah unit alat yang digunakan dan lainnya).

4) Penerimaan Marginal (*Marginal Return*)

Penerimaan marginal merupakan konsep ekonomi yang sangat penting. Ini merupakan besarnya perubahan (kenaikan atau penurunan) penerimaan kotor karena perubahan (tambahan) hari kerja, jumlah ton produksi, tambahan alat produksi. *Marginal revenue* adalah sama dengan *marginal return*.

c. Pendapatan

Pendapatan adalah selisih dari pendapatan kotor dengan biaya mengusahakan. Faktor yang mempengaruhi pendapatan yaitu faktor internal, faktor eksternal dan faktor manajemen. Hal-hal yang berpengaruh terhadap faktor internal adalah umur petani, pendidikan, pengetahuan, pengalaman dan keterampilan, jumlah tenaga kerja keluarga, luas lahan dan modal. Sedangkan pada faktor eksternal hal-hal yang mempengaruhinya adalah ketersediaan input, harga input, jumlah permintaan akan output, dan harga output.

Pada faktor manajemen petani sebagai manajer harus dapat mengambil keputusan dengan berbagai pertimbangan ekonomis sehingga diperoleh hasil yang memberikan pendapatan yang optimal (Suratiah, 2015). Pendapatan merupakan sumber penghasilan seseorang untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari dan sangat penting artinya bagi kelangsungan hidup dan penghidupan seseorang secara langsung maupun tidak langsung (Suroto, 2000).

d. *Benefit Cost Ratio* (B/C Ratio)

Rasio B/C (*benefit cost ratio*) berguna untuk mengukur potensi keberhasilan suatu perusahaan. Salah satu cara untuk mengukur nilai pendapatan per rupiah yang dikeluarkan adalah dengan melihat rasio B/C, yaitu membandingkan keuntungan dengan total biaya (Hartono dkk., 2012). Untuk meminimalisir kerugian dan menjamin pertumbuhan serta keberlangsungan usaha, penting bagi produsen untuk melakukan analisis kelayakan usaha (Suratiah dkk., 2015).

B/C merupakan ukuran seberapa besar laba yang diperoleh perusahaan pertanian dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan. Sesuai dengan metode yang dikemukakan oleh Suratiyah dkk. (2015), berikut ini adalah kriteria pengambilan keputusan:

- 1) Apabila rasio pengembalian modal (B/C) lebih dari 1, berarti perusahaan tersebut menguntungkan dan dapat dijalankan secara menguntungkan.
- 2) Apabila rasionya kurang dari 1, berarti usaha tersebut merugi dan tidak dapat dikelola secara menguntungkan.
- 3) Jika rasionya sama dengan 1, berarti perusahaan tersebut mencapai titik impas atau tidak menghasilkan laba.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pegujian Mutu Hasil Pertanian Universitas Lampung (UNILA), Laboratorium Penelitian Dan Pengujian Terpadu (LPPT) Universitas Gajah Mada (UGM), Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Politeknik Negeri Lampung (POLINELA), Laboratorium Terpadu Dan Sentra Inovasi Terpadu (LTSIT) Universitas lampung (UNILA). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2022 sampai dengan Februari 2024.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam tahap 1 adalah oven, desikator, cawan petri. Alat yang digunakan pada tahap 2 adalah erlenmeyer, kertas saring, corong, gelas ukur, hammer disk mill, neraca analitik. Kertas saring kaca Pyrex, neraca analitik, botol kaca bening, mikropipet, blender, alat refluks yang terdiri dari pemanas listrik, labu leher neraca digital, spatula, dudukan dan klem, termometer, oven, piknometer, ayakan 80 mesh, neraca analitik, kompor, hammer disk mill, neraca analitik, gelas ukur, kertas saring, spektrofotometer UV-Vis, centrifuge, hot plate, pengaduk magnet, lemari asam, dan ayakan 85 mesh.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian tahap 1 adalah buah kolang-kaling dari kecamatan Sekincau, Lampung Barat. Penelitian tahap 2 bahan yang digunakan bahan uji proximat antara lain N-heksan, H₂SO₄, NaOH, EDTA, HCL, Acetone, Aquadest, Tablet kjhedal, Asam borat. asam sitrat dan alkohol, natrium bisulfit dan alkohol. aquades, alkohol, natrium klorida, etanol 60%, DNS p.a. (merck), NaK

tartrat p.a., asam sulfat 3 M, glukosa p.a. (merck), fenol p.a. (merck), natrium hidroksida 6 M, natrium hidroksida 10%, asam format, dan natrium bisulfit untuk makanan. Penelitian tahap 3 bahan yang digunakan adalah tepung buah kolangkaling.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

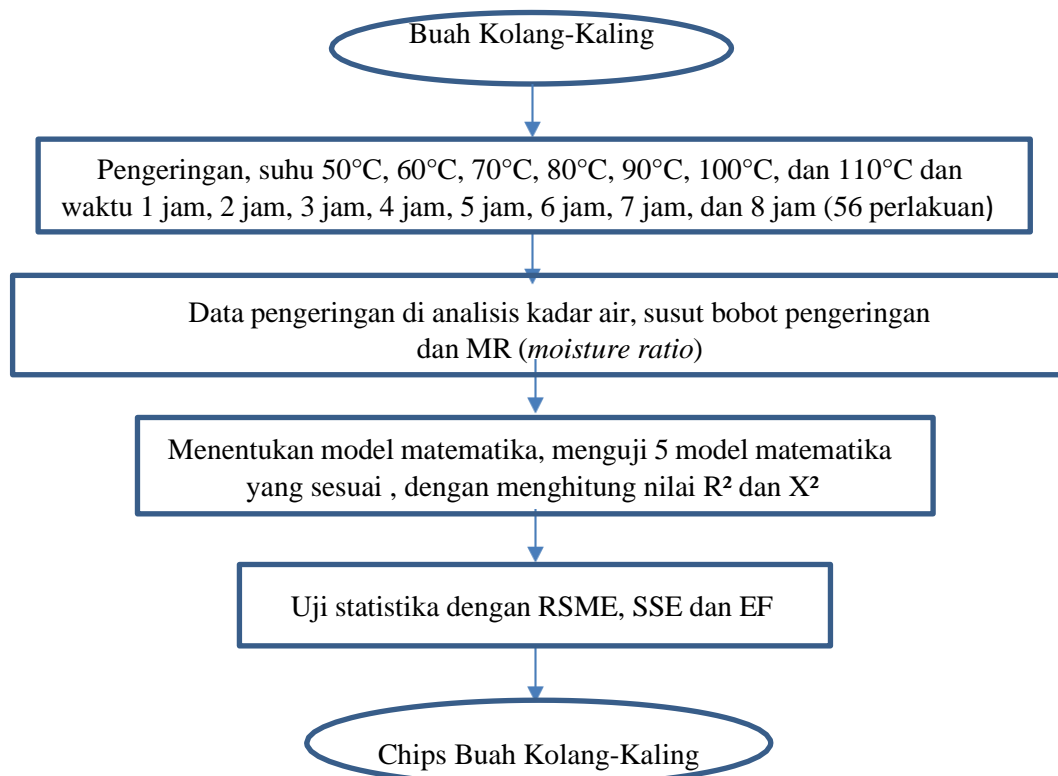
Penelitian ini terdiri dari 3 tahapan penelitian, tahap pertama adalah: 1) Model matematika pengeringan pada buah kolangkaling dengan studi susut bobot pengeringan, 2) Kajian ekstraksi tepung buah kolangkaling dengan penambahan pelarut yang berbeda, karakterisasi tepung buah kolangkaling dan identifikasi senyawa galaktomanan 3) Analisis kelayakan finansial tepung buah kolangkaling di kabupaten Lampung Barat. Berikut adalah penjelasan pada setiap tahapan penelitian:

Tahap 1) Model matematika pengeringan pada buah kolangkaling dengan studi susut bobot pengeringan

Bahan baku pada penelitian tahap 1 adalah buah kolangkaling segar dari Lampung Barat. Proses pengeringan dilakukan menggunakan oven dengan variabel penelitian berupa suhu pengeringan yaitu 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam, 7 jam, dan 8 jam. Variabel penelitian berikutnya adalah suhu pengeringan yang telah disetting pada oven, adapun suhu pengeringan tersebut adalah 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C, 100°C, dan 110°C. Jumlah total seluruh perlakuan adalah 56 perlakuan, pengamatan dilakukan dengan menimbang berat buah kolangkaling setelah 1 jam sampai 8 jam pengeringan. Diagram alir tahap 1, disajikan pada Gambar 3.1.

Tujuan dari penelitian tahap 1 adalah mendapatkan suhu dan waktu pengeringan terbaik. Analisis data menggunakan nilai R^2 , X^2 , RSME, SSE dan EF. R^2 menunjukkan seberapa cocok varian model dengan pengamatan yang dilakukan. R^2 menunjukkan perbedaan nilai antara data eksperimen dengan data teori. Nilai R^2 berada dalam rentang 0 hingga 1, 0 menunjukkan bahwa model tidak menjelaskan variasi apapun dan 1 menunjukkan bahwa model menjelaskan variasi yang diamati sempurna.

Analisis X^2 merupakan pengujian statistic yang digunakan untuk mengetahui apakah dua variabel memiliki perbedaan yang signifikan pada hasil eksperimen dan prediksi. RMSE (*Root Mean Square Error*) merupakan pengukuran tingkat kesalahan yang didasarkan pada selisih antar dua variabel yang bersesuaian, ketika nilai RMSE semakin kecil, maka model semakin akurat dalam prediksinya. SSE (*Sum Square Error*) merupakan pengukuran statistic untuk mengukur total dari nilai sebenarnya terhadap nilai yang tercapai, nilai SSE yang mendekati 0 menunjukkan model yang diamati sangat akurat. EF (*Modelling Efficiency*) merupakan pengujian rasio varian kesalahan dari deret waktu yang dimodelkan dibagi dengan varian deret waktu yang diamati, nilai EF yang mendekati 1 menunjukkan bahwa model menjelaskan variasi yang diamati dengan sempurna.

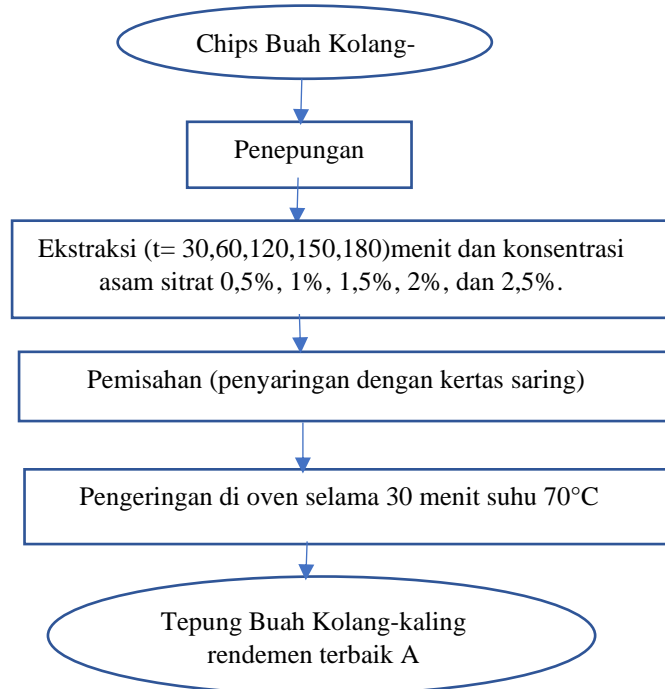


Gambar 3.1. Diagram alir penelitian tahap 1

Tahap 2) Kajian ekstraksi tepung buah kolang-kaling dengan penambahan pelarut yang berbeda, karakterisasi tepung buah kolang-kaling dan identifikasi senyawa galaktomanan.

Ekstraksi dengan penambahan asam sitrat.

Penelitian dilakukan dengan proses penepungan menimbang masing-masing perlakuan 20 g, kemudian diekstraksi dengan jenis ekstraksi maserasi dengan variabel waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit dan 180 menit dan konsentrasi asam sitrat 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5%. Penelitian dilanjutkan dengan menyaring hasil maserasi dan dikeringkan dengan oven pada suhu 70°C selama 30 menit dan kemudian tepung yang kering ditimbang dan dihitung rendemen galaktomanan, sehingga diperoleh tepung buah kolang-kaling tinggi galaktomanan. Data dianalisis dengan menggunakan analisis ragam dengan uji homogenitas (kesamaan) ragam (*bartlett's test*) dilanjutkan dengan uji keaditifan data (*Tukey's test*) dan analisis anova. Berikut adalah diagram alir ekstraksi dengan penambahan asam sitrat disajikan pada Gambar 3.2.

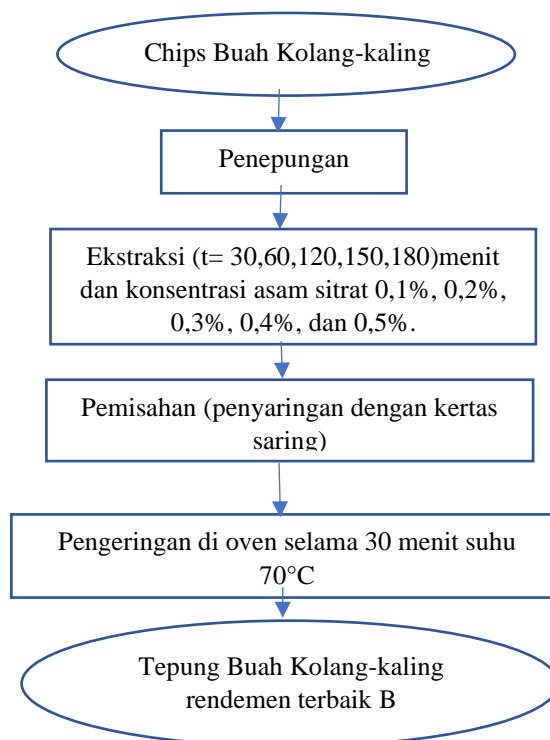


Gambar 3.2. Diagram alir ekstraksi dengan penambahan asam sitrat

Ekstraksi dengan penambahan natrium bisulfit.

Penelitian dilakukan dengan menimbang masing-masing sampel 20 g, kemudian diekstraksi maserasi dengan variabel waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit dan 180 menit dan konsentrasi asam sitrat 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, dan 0,5%. Penelitian dilanjutkan dengan menyaring hasil maserasi dan dikeringkan dengan oven pada suhu 70°C selama 30 menit dan kemudian tepung yang kering ditimbang dan dihitung rendemen galaktomanan, sehingga diperoleh tepung buah kolang-kaling tinggi galaktomanan.

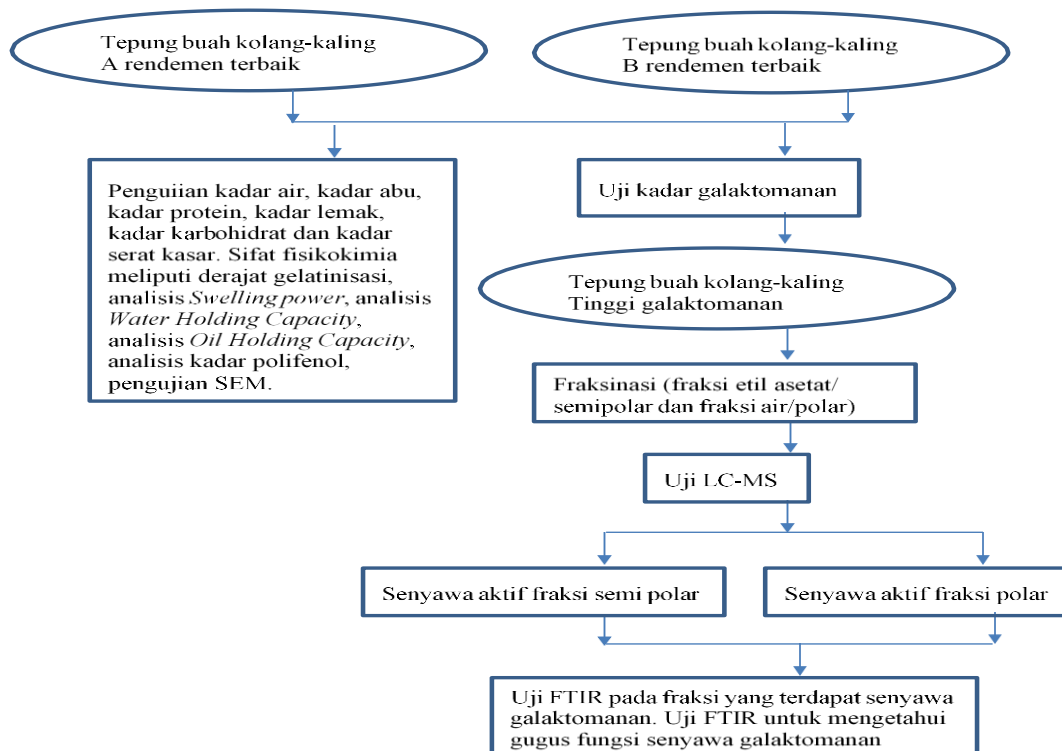
Data dianalisis dengan menggunakan analisis ragam dengan uji homogenitas (kesamaan) ragam (*bartlett's test*) dilanjutkan dengan uji keaditifan data (*Tukey's test*) dan analisis anova. Berikut adalah diagram alir ekstraksi dengan penambahan natrium bisulfit disajikan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Diagram alir penelitian ekstraksi natrium bisulfit

Karakterisasi tepung buah kolang-kaling

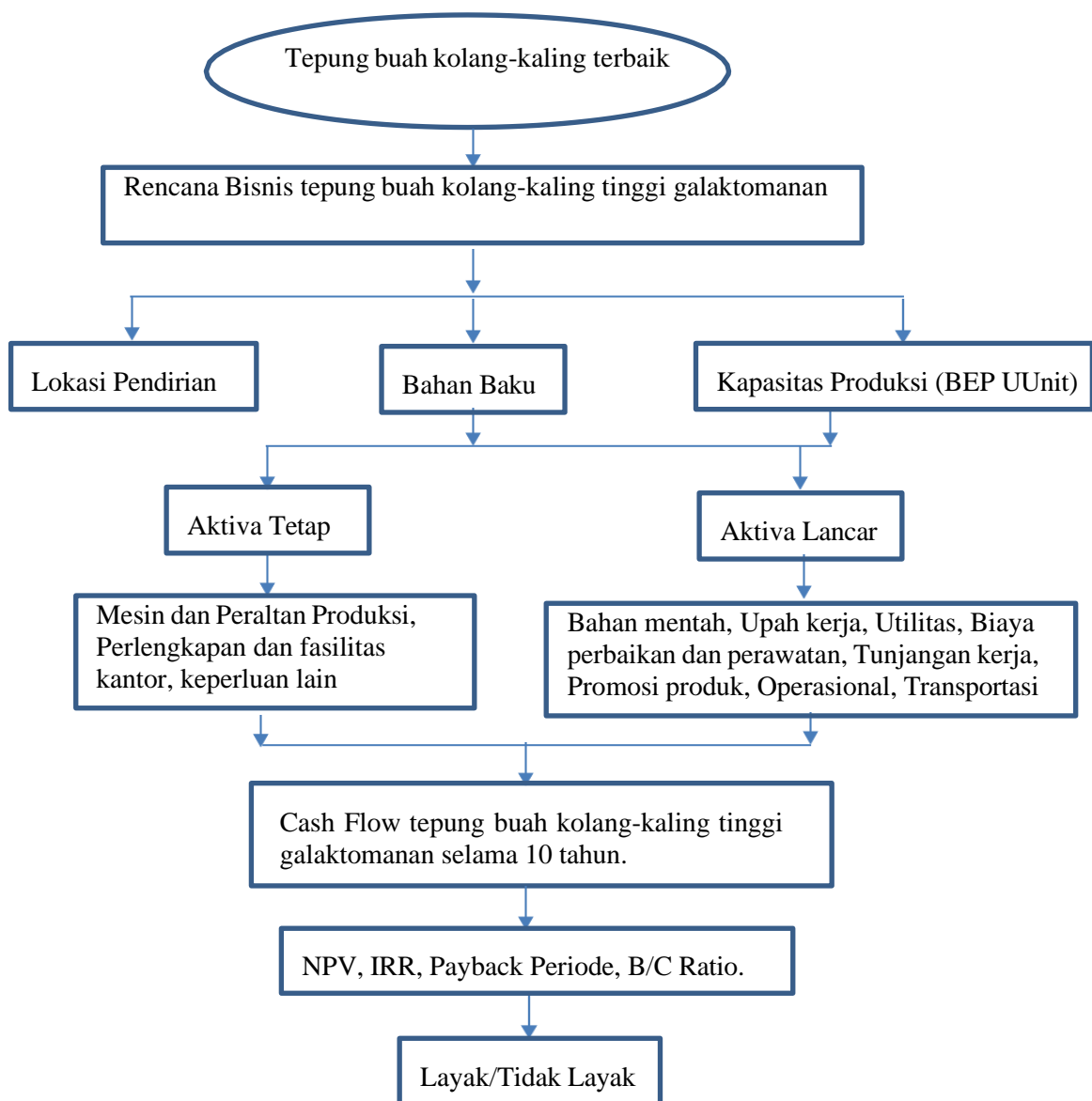
Metodologi deskriptif kualitatif dan kuantitatif digunakan untuk analisis data. Bahan baku dalam penelitian ini adalah tepung buah aren A, tepung buah aren B dan tepung buah aren tanpa perlakuan ekstraksi. Pengujian laboratorium dilakukan uji proximate (Air, abu, protein, lemak, karbohidrat, dan serat kasar), pengujian tepung secara fisik yaitu ukuran derajat gelatinisasi, analisis *Swelling power*, analisis *Water Holding Capacity*, analisis *Oil Holding Capacity*, analisis kadar polifenol, pengujian SEM. Pengujian kadar Galaktomanan dengan metode DNS, LC-MS dan FTIR dilakukan pada tepung buah kolang-kaling tinggi galaktomanan. Berikut adalah gambar diagram alir analisis karakteristik dan identifikasi senyawa aktif tepung buah kolang-kaling disajikan dengan Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Diagram alir analisis karakteristik dan identifikasi senyawa aktif tepung buah kolang-kaling

Tahap 3. Analisis finansial usaha tepung buah kolang-kaling di Kabupaten Lampung Barat.

Bahan baku penelitian tahap 6 adalah tepung buah kolang-kaling terbaik, yaitu tepung dengan kandungan galaktomanan terbaik. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dengan metode wawancara petani dan observasi lapangan. Data sekunder yang digunakan adalah hasil penelitian di perpustakaan dan karya tulis ilmiah (jurnal). Untuk menguji data penelitian digunakan analisis kelayakan finansial (Ruminta, 2020). Berikut adalah diagram alir penelitian tahap 3 yang disajikan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Diagram alir penelitian tahap 3

3.4 Pengamatan Penelitian

3.4.1 Uji Proximate pada Buah dan Tepung Kolang-Kaling

1. Kadar abu (Muza'ki dkk., 2022)

Sampel dipanaskan hingga mencapai titik asap di atas pembakar bunsen dengan api kecil, kemudian digunakan cawan porselin yang beratnya diketahui untuk menampung 5 g sampel baru. Cawan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam tungku yang diatur pada suhu 500-600°C hingga arang berubah menjadi abu berwarna putih. Abu yang diperoleh dikeringkan dalam desikator dan kemudian ditimbang hingga massa jenisnya tidak berubah (SNI 01-2354.1-2006).

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

Keterangan:

A = Berat cawan kosong (g)

B = Berat cawan dengan sampel (g)

C = Berat cawan dengan sampel yang telah dikeringkan (g).

2. Penentuan kadar lemak (SNI 012354.3-2006)

Sampel yang beratnya mungkin mencapai 2 gram itu dipanaskan hingga 60°C selama 8 jam sebelum diuapkan hingga kering. Setelah itu, dipanggang pada suhu 150°C selama 2 jam.

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

Keterangan:

A = Berat labu alas bulat kosong (gr)

B = Berat sampel (gr)

C = Berat labu alas bulat dan lemak hasil ekstraksi (gr)

3. Penentuan kadar protein (SNI 01-2354.4-2006)

Bahan dipindahkan ke dalam labu destruksi setelah ditimbang 2 g. Setelah 10 menit penambahan bertahap, ditambahkan 15 mL H₂SO₄ dan 3 mL H₂O₂. Meleleh setelah dipanaskan pada suhu 410°C selama dua jam. Sambil didiamkan,

ditambahkan 50 mililiter air suling. Selain itu, digunakan larutan H₃BO₃ 4% untuk distilasi. penambahan natrium hidroksida, diikuti dengan distilasi, dan terakhir, pengumpulan distilat dalam labu Erlenmeyer hingga volume mencapai 150 mL. Distilat harus dititrasi dengan HCL 0,2 N hingga berubah warna dari hijau menjadi warna keabu-abuan netral. Rumus untuk menghitung kadar protein menurut AOAC (2015) adalah sebagai berikut.

$$\text{Protein (\%)} = \frac{(VA-VB)HCL \times N \text{ HCL} \times 14,007 \times 6,25}{W \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan:

- VA = mL HCL titrasi sampel
 VB = mL HCL titrasi blanko
 N = Normalitas HCL standar
 14,007 = Berat atom nitrogen
 6,25 = Faktor konversi protein
 W = Berat sampel Analisis kadar karbohidrat

4. Kadar air

Pengujian pada tepung galaktomanan menggunakan metode gravimetri (AOAC, 2015). Setelah 30 menit di dalam oven, cawan porselen didinginkan dalam desikator dan ditimbang (A). Oven (B) yang diatur pada suhu 105–110°C selama 6 jam digunakan untuk mengeringkan sampel seberat 2 g yang telah dimasukkan ke dalam cawan porselen dengan berat yang diketahui. Langkah berikutnya adalah menimbanginya setelah didinginkan selama 15 menit dalam desikator. Selanjutnya, cawan sampel ditimbang kembali setelah didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan dikeringkan selama 30 menit, setelah itu diperoleh hasil penimbangan pertama (C). Proses ini dilakukan hingga beratnya tetap konstan atau terdapat perbedaan kurang dari 0,0002 g dalam beratnya. Rumus berikut digunakan untuk menghitung kadar air:

$$\text{Kadar Air} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan:

A : berat cawan kosong (g)

B : berat cawan + sampel awal (g)

C : berat cawan + sampel kering (g)

5. Analisis karbohidrat

Karena kandungan karbohidrat bergantung pada faktor reduksi, analisis karbohidrat dilakukan dengan perbedaan, khususnya dengan mengurangi 100% dari hasil kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak.

$$\text{Karbohidrat (\%)} = 100\% - (\text{abu} + \text{air} + \text{lemak} + \text{protein})$$

3.4.2 Analisis Kadar Air

Teknik gravimetrik digunakan untuk menguji kadar air tepung galaktomanan (AOAC, 2015). Proses ini dimulai dengan pengeringan oven selama 30 menit, diikuti dengan pendinginan dalam desikator, dan terakhir, penimbangan cawan porselen (A). Dikeringkan dalam oven (B) yang diatur pada kisaran suhu 50-110°C selama 1 hingga 8 jam, sampel seberat 20 gram dipindahkan ke cawan porselen dengan berat yang diketahui. Selain itu, sampel ditimbang setelah didinginkan dalam desikator selama lima belas menit. Cawan sampel ditimbang kembali setelah didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan pengeringan selanjutnya selama 30 menit setelah temuan penimbangan pertama diperoleh (C). Rumus berikut digunakan untuk menentukan kadar air:

$$\text{Kadar Air} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan:

A : berat cawan kosong (g)

B : berat cawan + sampel awal (g) C : berat cawan + sampel kering (g).

3.4.3 Rendemen Galaktomanan Tepung Buah Kolang-Kaling

Sebanyak 20 g (B) tepung buah kolang-kaling ditambahkan dengan bahan tambahan yaitu asam sitrat sebanyak 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5% (b/v) dengan waktu maserasi 30, 60, 90, 120, 150, 180 menit. Dan Natrium bisulfit dengan variabel waktu yang sama dan konsentrasi 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5% (b/v). Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi kemudian disaring dengan kertas saring, dikeringkan dengan oven pada suhu 100°C diletakkan ke dalam desikator kemudian ditimbang (A) dan penelitian dilakukan dengan 3 kali ulangan. Perhitungan kadar galaktomanan dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Rendemen galaktomanan} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan :

A = berat bahan akhir setelah pengeringan (g)

B = berat bahan awal sebelum pengeringan (g)

3.4.4 Kadar Galaktomanan dengan Metode DNS(3,5-Dinitrosalicylic Acid) dan Uji Proximate Tepung Buah Kolang- Kaling

1) Uji Kuantitatif Glukomanan pembuatan Reagen (3,5-Dinitrosalicylic Acid) (Wardani dkk., 2021).

Dua kombinasi larutan, A dan B, membentuk asam 3,5-Dinitrosalisilat (larutan DNS). Langkah pertama dalam pembuatan Larutan A melibatkan penggabungan 0,7 g fenol dengan 1,5 mL natrium hidroksida 10%, 5 mL air suling, dan 0,7 g natrium bisulfit. Campuran 22,5 g natrium kalium tartrat, 30 mL natrium hidroksida (10%) dan 88 mL larutan Asam Dinitrosalisilat (1%), digunakan untuk membuat Larutan B. Setelah itu, gabungkan larutan A dan B, dan simpan campuran pada suhu kamar dalam botol reagen cokelat. Bagian 2.5. Pertama, larutkan 0,2 g natrium hidroksida dalam 50 mL air suling. Kemudian, gabungkan 1 mL asam format dengan 60 mL air suling dalam labu ukur 250 mL. Ini akan membuat larutan buffer dengan 0,1 M NaOH. Langkah berikutnya adalah mengencerkan larutan NaOH hingga mencapai level 250 mL dengan menembarkannya ke dalam labu ukur.

2) Pembuatan Larutan Glukosa Standar

Setelah menimbang 0,1 g glukosa, glukosa tersebut diencerkan dalam 100 mL air suling untuk membuat larutan glukosa standar (1 mg/ml). 2.5.4 Membuat kurva glukosa berdasarkan protokol yang ditetapkan Labu ukur 10 mL diisi dengan 0,8 mL air suling (digunakan sebagai blanko) dan empat mililiter larutan glukosa standar yang berbeda. Sebelum dihomogenkan, setiap labu ukur diisi dengan 0,8 mL air suling. Kemudian, ditambahkan 0,6 mL larutan Asam Dinitrosalisilat 3,5%. Kemudian, setelah 5 menit pemanasan dalam penangas air, campuran didinginkan dan ditambahkan 10 mililiter air suling. Panjang gelombang 540 nm digunakan untuk pengukuran absorbansi. Kandungan glukosa (mg) diplot pada sumbu x dan absorbansi (sumbu y) dalam plot kurva standar setelah pengukuran absorbansi dilakukan pada setiap konsentrasi larutan.

A. Pembuatan ekstrak galaktomanan

Untuk ekstraksi, 0,2 g sampel (tepung galaktomanan) ditimbang dan ditambahkan ke 50 mL larutan penyangga (asam format, natrium hidroksida) dalam gelas kimia. Campuran tersebut kemudian diaduk secara magnetis selama 4 jam pada suhu 30°C. Setelah itu, larutan penyangga diencerkan hingga mencapai level 100 mL. Selain itu, ekstrak galaktomanan diperoleh dengan mensentrifugasi campuran tersebut pada kecepatan 4000 rpm selama 20 menit.

B. Pembuatan hidrolisat galaktomanan

Dua mililiter ekstrak glukomanan, satu mililiter asam sulfat 3M, dan labu ukur 10 mililiter dicampur untuk membentuk hidrolisat. Setelah mendidih, campuran dibiarkan dingin. Selanjutnya, tambahkan 1 mililiter NaOH 6M ke dalam campuran. Setelah itu, aduk hingga campuran menjadi homogen. Terakhir, tambahkan 10 mililiter air murni.

C. Pengukuran absorbansi

Dalam labu ukur 10 mililiter, ditambahkan 0,8 mililiter ekstrak galaktomanan, hidrolisat, dan air suling (kosong). Kemudian, ditambahkan 0,6 mililiter Asam 3,5-Dinitrosalisilat (DNS), dan labu ditaruh dalam penangas air selama 5 menit. Setelah campuran mencapai suhu ruangan, ditambahkan 10 mililiter air suling. Hasil pembacaan absorbansi diukur pada panjang gelombang 540 nm. Setelah memasukkan nilai absorbansi ke persamaan garis lurus regresi kurva standar glukosa, kami dapat memastikan konsentrasi glukosa dalam ekstrak galaktomanan dan hidrolisat. Selain itu, kandungan glukomanan ditentukan dengan memodifikasi rumus berikut.

$$\text{Kadar galaktomannan (\%)} = 5000f(5T - T_0) m$$

Keterangan :

f = faktor koreksi (0,9)

T = jumlah (mg) glukosa dalam hidrolisat galaktomanan

T₀ = jumlah (mg) glukosa dalam ekstrak galaktomanan

M = massa tepung glukomanan hasil ekstraksi (200 mg)

3.4.5 Derajat Gelatinisasi (Syamsir dkk., 2016)

a). Analisis tepung prigelatinisasi

Kapasitas menahan air dan derajat gelatinisasi merupakan parameter yang diperiksa dalam studi tepung pregelatinisasi. Versi modifikasi dari teknik yang dikembangkan oleh Quin dan Paton (1979) digunakan untuk mengukur kapasitas menahan air (WHC). Jumlah sampel yang diperiksa, jumlah tabung yang digunakan untuk sentrifugasi, dan kecepatan sentrifugasi semuanya disesuaikan. Menimbang 2 gram sampel, memindahkannya ke tabung sentrifus, lalu menimbang tabung dan sampel lagi.

Suspensi seperti pasta basah dihasilkan dengan menambahkan sejumlah air yang tidak terukur ke dalam tabung dan mengaduk campuran dengan spatula. Selama 15

menit, campuran diputar dalam sentrifuse pada kecepatan 2000 g. Air perlu ditambahkan sebelum homogenisasi jika tidak ada supernatan yang dihasilkan. Prosedur sentrifugasi berlanjut hingga supernatan diperoleh dengan mengulangi teknik ini. Tabung dan isinya ditimbang setelah membuang supernatan. WHC yang dihitung adalah hasil perkalian berat sampel asli dikurangi berat supernatan, dibagi dengan berat kering sampel. Untuk rasio mL/sampel padat, nilai WHC dihitung menggunakan temuan WHC yang diestimasikan.

Penelitian ini menggunakan tiga tabung sentrifus terpisah, masing-masing berisi 2 g bahan, dan menambahkan air dengan volume berkisar antara 0,5 mL di atas dan di bawah batas berat air yang ditentukan oleh WHC yang diprediksi. Setelah sentrifugasi, WHC direpresentasikan sebagai rasio sampel dengan dan tanpa supernatan, dalam mililiter per gram berat kering. Untuk mendapatkan nilai WHC, volume air yang digunakan dalam tabung 1, 2, dan 3 masing-masing adalah 4,5 mL, 5,5 mL, dan 6 mL, dengan asumsi bahwa WHC yang diharapkan adalah 5 g air yang terikat dalam 2 g sampel. Jadi, 2 g bahan mengikat 4,5 mL-5,5 mL air dan nilai WHC berkisar antara 2,2 hingga 2,8 setelah sentrifugasi, sedangkan tabung 2 dan 3 berisi supernatan.

b. Analisis derajat gelatinisasi

Varian pendekatan yang diusulkan oleh Baks et al. (2007) digunakan untuk melakukan penelitian ini. Untuk percobaan ini, kami melarutkan 0,04 g bahan dalam 50 mL KOH 0,15 M dan mengaduk campuran tersebut selama 15 menit. Penyaringan campuran selanjutnya dilakukan menggunakan kertas saring Whatman 42. Sembilan mililiter HCl 0,017 M digunakan untuk menetralkan satu mililiter produk yang disaring. Untuk langkah berikutnya, kompleks biru yang mengandung amilosa terlarut dibentuk dengan menambahkan 0,1 mL larutan iodin (1 g iodin dan 4 g KI dalam 100 mL air) ke dalam larutan yang dinetralkan.

Koefisien penyerapan (A_1) ditentukan pada panjang gelombang 600 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Menggunakan larutan KOH 0,40 M untuk

melarutkan semua amilosa dalam sampel dan larutan HCl 0,045 M untuk menetralkannya, proses yang sama diulang. Selain itu, absorbansi pada 600 nm (A2) ditentukan sebagai konsekuensinya. Rasio absorbansi (A2/A1) dikalikan dengan 100% merupakan ukuran derajat gelatinisasi.

3.4.6 Analisis Swelling Power (Kaur et al., 2011)

Sebelum pencampuran, takar 0,1 g tepung aren dan 10 mL air suling. Aduk hingga campuran menjadi halus. Setelah bahan-bahan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, cairan dipanaskan dalam gelas kimia pada suhu 60 °C selama 30 menit. Langkah selanjutnya adalah menuangkan campuran ke dalam tabung sentrifus dan memutarinya pada kecepatan 1500 RCF selama 15 menit. Setelah cairan dipisahkan dari padatan, timbang endapannya. Rumus berikut untuk analisis daya pengembangan digunakan dalam perhitungan.

$$\text{Swelling power} = \frac{\text{Berat Pasta (gram)}}{\text{Berat Sampel Kering (gram)}} \text{ Derajat Putih}$$

3.4.7 Analisis Water Holding Capacity (Subagio et al., 2003)

Untuk perlakuan WHC tidak jauh berbeda dengan OHC, pertama berat tabung sentrifugasi kosong ditimbang sebagai (a g), lalu sampel masing-masing di timbang sebanyak 0,5 g sebagai (b g) dan dituangkan kedalam tabung sentrifugasi ditambahkan aquades sebanyak 3,5 g dan di vortex, setelah perlakuan vortex disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm selama 5 menit, setelah mengalami pengendapan tuangkan air atau buang yang tidak tercampur lagi dengan sampel, kemudian timbang tabung beserta endapan sampel sebagai (c g) Rumus analisis WHC

$$\text{WHC} = \frac{(c-a)-b}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat tabung kosong

b = berat sampel

c = berat minyak yang terakumulasi dalam sampel

3.4.8 Analisis *Oil Holding Capacity* (Subagio *et al.*, 2003)

Tabung sentrifugasi kering ditimbang sebagai (a g), kemudian sampel masing-masing perlakuan di timbang sebanyak 0,5 g sebagai (b g) dan dituangkan kedalam tabung sentrifugasi kemudian ditambahkan minyak sebanyak 3,5 g dan di vortex, tujuan perlakuan vortex agar minyak dengan sampel menyatu atau tercampur, setelah perlakuan vortex disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm selama 5 menit, lalu tuangkan minyak yang tidak mengendap dengan tepung koro, kemudian timbang tabung beserta endapan sampel sebagai (c g).

$$\text{OHC} = \frac{(c-a)-b}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat tabung kosong

b = berat sampel

c = berat minyak yang terakumulasi dalam sampel

3.4.9 Analisis Kadar Polifenol (Keshavarzi *et al.*, 2021)

Untuk uji Folin-Ciocalteu, 1 mililiter ekstrak pati dicampur dengan 10 mililiter air suling untuk membuat reagen ekstraksi tepung aren. Setelah itu, tiga puluh satu pengenceran dilakukan. Selain itu, 7 gram Na₂CO₃ dilarutkan dalam 100 mililiter air suling dalam gelas kimia untuk membuat larutan Na₂CO₃ 1 N. Dalam tabung reaksi, 0,1 mL ekstrak pengenceran ke-31 dicampur dengan 0,1 mL follin. Campuran diaduk hingga menjadi homogen, lalu didiamkan selama 6 menit. Kemudian diinkubasi selama 60 menit setelah 1 mL Na₂CO₃ 1 N dan 1 mL air suling ditambahkan. Dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, nilai absorbansi ditentukan pada panjang gelombang 750 nm. Jumlah total polifenol diukur dalam miligram ekuivalen asam galat per gram. Berikut ini adalah rumus untuk menentukan total kandungan polifenol sampel.

$$\text{TPC} = \frac{c \times v \times fp}{w}$$

Keterangan:

C = konsentrasi Fenolik (nilai x)

v = volume ekstrak yang dihasilkan (ml)

fp = faktor pengenceran

w = berat sampel pati yang digunakan untuk ekstraksi (g)

3.4.10 Analisis *Scanning Electron Microscope* (SEM), (Maneking dkk., 2020)

Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk melihat bentuk dari struktur serat dan bentuk granula tepung buah kolang-kaling, melihat bentuk penyusun serat. Sampel tepung disiapkan dan diletakkan diatas holder serta dimasukkan ke dalam SEM. Penutup SEM diarahkan masuk perlahan dan dipastikan tidak menyentuh pembatas lalu ditutup. Selanjutnya dilakukan pengaturan kontras, pembesaran dan fokus yang diinginkan. Selanjutnya dipilih tepung buah kolang-kaling yang akan disinari berkas elektron dan dilakukan pengambilan gambar dengan beberapa perbesaran.

3.4.11 Analisis *Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry* (LC-MS) (Kim dkk., 2020)

Mengidentifikasi senyawa menggunakan LCMS sampel dipisahkan menggunakan kolom C18, proses elusinya menggunakan 0,1% asam format dalam air (larutan A) dan 0,1% asam format dalam asetonitril (larutan B). volume injeksinya adalah 10µL. Lalu sampel dibawa menuju spektrofotometer massa (ESI) untuk selanjutnya dilakukan penentuan secara kualitatif dengan laju alir 0,3 ml/menit, temperature kapilernya diatur 150 °C tegangan spray ion 4KV dan tegangan kapilernya 36 v.

3.4.12 Analisis *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)

Pengujian FT-IR digunakan untuk mengetahui perubahan gugus fungsi yang terjadi. Pengujian menggunakan spektrofotometer FTIR tipe FT-IR-8201 PC. Data yang dihasilkan ditampilkan dalam bentuk grafik.

3.4.13 Aspek Finansial

Analisis finansial digunakan untuk mengambil keputusan untuk melakukan investasi dengan harapan mendapatkan keuntungan dalam jangka panjang yang berdampak pada kelangsungan hidup suatu perusahaan. Analisis finansial juga mencakup perkiraan biaya operasional dan pemeliharaan, kebutuhan modal kerja, sumber pembiayaan, prakiraan pendapatan, perhitungan kriteria investasi secara jangka panjang. Beberapa metode yang biasa dipertimbangkan untuk dipakai dalam analisis finansial, yaitu Net B/C Ratio, Payback Period, Net Present Value, dan Internal Rate of Return.

A). Biaya tetap (Ruminta, 2020)

$$\text{Biaya tetap} = \text{biaya usaha} + \text{amortisasi} + \text{biaya penyusutan alat} + \text{pajak usaha} + \text{dana sosial}$$

B). Biaya tidak tetap (Ruminta, 2020)

$$\text{Biaya tidak tetap} = \text{biaya bahan baku} + \text{bahan bakar atau energi} + \text{biaya perawatan dan perbaikan}$$

C). Kapasitas produksi (Ruminta, 2020)

Kapasitas produksi jumlah atau besarnya produk yang dapat dihasilkan selama kurun waktu tertentu.

D). Hasil penjualan (Ruminta, 2020)

$$\text{Hasil Penjualan} = \text{Harga jual} \times \text{Kapasitas Produksi}$$

E). Biaya produksi (Ruminta, 2020)

$$\text{Biaya produksi} = \text{biaya tetap} + \text{biaya tidak tetap}$$

F). Hasil pokok penjualan (Ruminta, 2020)

$$\text{HPP} = \text{Biaya produksi} : \text{Kapasitas}$$

G). Laba kotor (Ruminta, 2020)

$$\text{Laba kotor} = \text{Hasil Penjualan} - \text{Biaya Produksi}$$

H). Laba bersih (Ruminta, 2020)

$$\text{Laba Bersih} = \text{Laba Kotor} - (5\% \times \text{Laba Kotor})$$

I). BEP (*break event point*) (Ruminta, 2020)

$$\text{BEP} = \text{Biaya} : (\text{Harga Jual} - (\text{Biaya tidak tetap} : \text{kapasitas}))$$

J). ROI (*Return On Investment*) (Ruminta, 2020)

$$\text{ROI Sebelum pajak} = (\text{Laba kotor} : \text{Biaya produksi}) \times 100\%$$

$$\text{ROI Sesudah pajak} = (\text{Laba kotor} : \text{Biaya produksi}) \times 100\%$$

K). POT (Ruminta, 2020)

$$\text{POT} = \text{Biaya produksi} : \text{Laba kotor}$$

L). IRR (Ruminta, 2020)

Internal Rate of Return (IRR) merupakan suatu tingkat bunga yang menunjukkan nilai bersih sekarang (NPV) sama dengan jumlah seluruh investasi proyek atau dengan kata lain tingkat suku bunga yang menghasilkan NPV sama dengan nol.

$$\text{IRR} = i_2 + \left[\frac{\text{NPV1}}{\text{NPV1} - \text{NPV2}} \right] \times (i_2 - i_1)$$

Dimana, NPV1 : Present Value positif ; NPV2 : Present Value negatif ; i_1 : discount factor, jika $\text{NPV} > 0$; i_2 : discount factor, jika $\text{NPV} < 0$. Dengan kriteria.

Jika $\text{IRR} > i$, maka kegiatan usaha layak untuk dilaksanakan

- Jika $\text{IRR} < i$, maka kegiatan usaha tidak layak untuk dilaksanakan
- Jika $\text{IRR} = i$, maka kegiatan usaha dalam keadaan impas

M) *Net benefit/cost (net B/C) (Ruminta,2020)*

Net Benefit Cost Ratio merupakan perbandingan antara present value net benefit yang bernilai positif dengan present value net benefit yang bernilai negatif.

$$\text{Net } \frac{B}{C} = \frac{\text{Hasil Penjualan}}{\text{Biaya Produksi}}$$

Kriteria pada pengukuran ini adalah

- Jika $\text{Net B/C} > 1$, maka kegiatan usaha layak untuk dilaksanakan
- Jika $\text{Net B/C} < 1$, maka kegiatan usaha tidak layak untuk dilaksanakan
- Jika $\text{Net B/C} = 1$, maka kegiatan usaha dalam keadaan impas

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diambil berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan bahwa:

1. Pengembangan model matematika pengeringan mendapatkan model terbaik yaitu *Middli Kucuk* dengan persamaan $Mr=0,9683\exp(-0,0475t^{0,8051})+0,0021t$. dan MR prediksi= 0,02 dan Mr Eksperimen= 0,57, berdasarkan nilai nilai R^2 tertinggi yaitu $R^2=0,95$ yang paling mendekati 1 dan diperoleh waktu terbaik pengeringan buah kolang-kaling adalah 3 jam pada suhu 100°C , dengan model
2. Pengembangan penggunaan pelarut dengan penambahan asam sitrat dan variasi konsentrasinya berbeda nyata pada taraf kepercayaan 5%. Rendemen terbaik dengan penambahan asam sitrat diperoleh pada konsentrasi asam sitrat sebesar 0,1% (b/b) dengan waktu maserasi 90 menit. Penambahan natrium bisulfit dan variasi konsentrasinya berbeda nyata pada taraf kepercayaan 5%. Rendemen terbaik dengan penambahan natrium bisulfit diperoleh pada konsentrasi natrium bisulfit sebesar 0,2% (b/b) dengan waktu maserasi 60 menit.
Penambahan asam sitrat dan natrium bisulfit mempengaruhi karakteristik tepung buah kolang-kaling. Tepung buah kolang-kaling terbaik diperoleh menggunakan penambahan natrium bisulfit. Senyawa galaktomanan didapatkan dengan analisis LC-MS pada fraksi polar (air) ditemukan senyawa dominan representasi dari data LC puncak yaitu senyawa *axolinic acid*, senyawa ini memiliki manfaat sebagai anti biotik untuk mengobati infeksi bakteri dan semi polar (etil asetat) ditemukan senyawa *clobetasol propionate* yang dapat digunakan sebagai anti inflamasi dan exim pada kulit.

3. Analisis ekonomi agroindustri tepung buah kolang-kaling (*Arenga pinnata Merr*) di Kabupaten Lampung Barat adalah sebagai berikut: Nilai NPV sebesar Rp. 77.114.685.440, IRR sebesar 162%, Net B/C 1,71%, *Pay Back Period* 5,58 tahun, dan BEP unit sebesar 4.429 unit, dan dinyatakan layak untuk dikembangkan sebagai industri tepung buah kolang-kaling dan tepung tersebut dimanfaatkan bidang non pangan (industri farmasi).

5.2 Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai buah kolang-kaling untuk bahan obat-obatan pada senyawa aktif yang terdapat fraksi semi polar dan identifikasi pada fraksi non polar.
2. Perlu adanya pengembangan diversifikasi produk dari Tepung buah kolang-kaling sebagai bahan baku industri farmasi dan kosmetik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., dan Hendrawan, A. 2014. Pengaruh perbedaan media pendingin terhadap strukturmikro dan kekerasan pegas daun dalam proses hardening. *Poros Teknik*. 6(2): 96-102.
- Afriani Y. 2019. Sintesis pati sukun nanokristalin terasetilasi dengan menggunakan asam asetat. Pogram studi kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam [Thesis]. Universitas Sumatera Utara. 102 hlm.
- Agustinisari, I., Purwani, Y.E., Harimurti, N dan Yuliani, S. 2014. Aktivitas antimikroba nanopartikel Minyak Biji Pala. *Journal Pascapanen*. 1(1): 1-8.
- Anggarini, D., Hidayat, N dan Mulyadi, F.A. 2016. Pemanfaatan pati ganyong sebagai bahan baku edible coating dan aplikasinya pada penyimpanan buah apel anna (*Malus sylvestris*) (kajian konsentrasi pati ganyong dan gliserol). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. 5(1) : 1-8.
- Anggraeni, D.A., S.B. Widjanarko, D.W. Ningtyas. 2014. Proporsi tepung porang (*Amorphophallus muelleri* Blume): Tepung maizena terhadap karakteristik sosis ayam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(3):214-223.
- Anova Inda Three, K. Kamsina. 2019. Pengaruh penambahan tepung agar terhadap komposisi kimia serbuk agar dari kolang-kaling. *Jurnal Litbang Industri*.
- Arifiani, S., Atmaka, W dan Raharjo, S. 2018. Karakterisasi dan uji stabilitas digestif nanopartikel beta karoten yang dibuat dengan metode emulsifikasi spontan. *Agritech*. 38(1): 30-38.
- Arifin MA. 2013. Pengeringan umbi iles-iles secara mekanik untuk meningkatkan mutu keripik iles. [Thesis]. Bogor (ID): Institut Petanian Bogor. 122 hlm.
- Arsad, P., Sukor, R., Wan Ibadullah, W. Z., Mustapha, N. A., and Meor Hussin, A. S. 2015. Effects of enzymatic treatment on physicochemical properties of sugar palm fruit juice. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*. 5(5): 308-312.
- Arvind kaur., Sharma, S., Singh, M., Kaushik and Kutlehria, A. 2018. Formulation and evaluation of nanopartikelon gel of amphotericin B for treatment of skin Infections. *International Journal of Novel Trends in Pharmaceutical Science*

9(7): 99-102.

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2015. Official Methods of Analysis. Benjamin Franklin Station. Washington. 666 hlm.
- Aulton, M.E. 2012. The science of dosage form design, 2nd ed. Churchill Livingstone. Spain. Pharmaceutics. 188-195, 342-344, 353-358.
- Ayumi, D., Sumaiyah dan Masfria. 2018. Pembuatan dan karakterisasi nanopartikel ekstrak etanol daun ekor naga (*Rhaphidophora pinnata* Schott) menggunakan metode gelasi ionik. Tropical Medicine (TM) Conference series. 1(1): 029-033.
- Berta, S., Koapaha, T., dan Mandey, L. 2017. Pemanfaatan kolang-kaling buah aren dan nanas (*Ananas comosus* L. Merr.) dalam pembuatan sliced jam. *Jurnal Cocos*. 1(8): 1-11.
- Bhattacharya S, Ghosh AK. 2013. Phytosomes: the emerging technology for enhancement of bioavailability of botanicals and nutraceuticals. *Int J Aesthetic Antiaging Med*. 2(1):87-91.
- Bispo, P. J., Haas, W., and Gilmore, M. S. 2015. Biofilms in infections of the eye. *Pathogens*. 4(1): 111-136.
- Bowler, P., Williams, M. R., and Angold, R. E. 1980. A hypothesis for the morphological changes which occur on heating lenticular wheat starch in water. *Starch-Stärke*. 32(6): 186-189.
- Chan, A.P.N. 2016. Konjact Part I. Cultivation to commercialization of components. *J. Food Eng*. 106:245-252.
- Chen G, Wei M, Chen J, Huang J, Dufresne A. 2013. Simultaneous reinforcing and toughening new nanocomposites of waterborne polyurethane gelled with low loading level of starch nanocrystals. *Polymer*. 49(7): 1860-1870.
- Chen, H.L., H.C. Cheng, W.T. Wu, Y.J. Liu and S.Y. Liu. 2013. Supplementation of konjac glucomannan into a low-fiber Chinese diet promoted bowel movement and improved colonic ecology in constipation adults: a placebo-controlled diet-controlled trial. *AgriTech*. 2(3): 112-122.
- Cheng, Y., Shaobo, D., Paul, C., and Ronger, R. 2009. Polyactic Acid (PLA) Synthesis and Modifications. *Frontiers of Chemistry in China*. Volume 4. Nomor 3
- Chokngamvong, S., and Suvanjumrat, C. 2023. Study of drying kinetics and activation energy for drying a pineapple piece in the crossflow dehydrator. *Case Studies in Thermal Engineering*. 49: 103351.

- Daomukda, N., Moongngarm, A., Payakapol, L. dan Noisuwan, A. 2011. Effect of cooking methods on physicochemical properties of brown rice. *2nd International Conference on Environmental Science and Technology IPCBEE*. Vol. 6, IACSIT Press, Singapore.
- Dondon. R., Bourgeois. P and Forgues. F.S. 2016. A new bicoumarin from the leaves and stems of *Triphasia trifolia*. *Fitoterapia*. . *Agritech* . 77(1): 129-133.
- Drais, H.K and Ahmed A.H. 2015. Formulation and characterization of carvedilol nanopartikel oral liquid dosage form. *Int J Pharm Pharm Sci* 7(12): 209-216.
- Erlina, M dan Muhtadi. 2021. Uji aktivitas antibakteri ekstrak umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume), suweg (*Amorphophallus paeoniifolius*), Iles-Iles (*Amorphophallus oncophyllus*) dan walur (*Amorphophallus campanulatus*) terhadap *Pseudomonas aeruginosa*. *The 13 th University Research Colloquium 2021 Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Muhammadiyah Klaten*. 1(1): 623-631
- Ernawati, S.K., Nurul M dan Shasmita, I. 2016. Uji daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri uji *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* ekstrak etanol daun mangrove *Rhizophora mucronata* dan efek antidiabetiknya pada mencit yang diinduksi aloksan. *Jurnal Bionature* .17(1) : 1-6
- Erni, N., Kadirman, K., dan Fadilah, R. 2018. Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap sifat kimia dan organoleptik tepung umbi talas (*Colocasia esculenta*). *Jurnal pendidikan teknologi pertanian*. 4(1): 95-105.
- Fahmi, M.Z. 2019. Nanoteknologi dalam perspektif kesehatan. Surabaya: Airlangga University Press. 64 hlm.
- Fiqriansyah, W., Syam, R., dan Rahmadani, A. 2021. *Teknologi budidaya tanaman jagung (Zea mays) dan sorgum (Sorghum bicolor (L.) Moench)*. Jurusan Biologi FMIPA UNM dan Balai Penelitian Tanaman Serealia. Makasar.
- Fitriana, T., Nurwantoro, N., dan Susanti, S. 2020. pengaruh proporsi kolang-kaling terhadap karakteristik fisik, kimia dan hedonik permen jelly labu kuning. *Jurnal Teknologi Pangan*. 4(1): 30-35.
- Fitrilia, T., Nur'utami, D.A., Shapariah, R. 2019. Karakteristik fisikokimia serbuk kolang kaling (*Arenga pinnata* Merr) berdasarkan variasi perendaman. *Jurnal Agroindustri Halal* 5(1): 104 –112.
- Florentina, F., Syamsir, E., Hunaefi, D., dan Budijanto, S. 2016. Teknik gelatinisasi tepung beras untuk menurunkan penyerapan minyak selama penggorengan minyak terendam. *AgriTECH*. 36(4): 387-393.

- Gaewchingduang, S., and Pengthemkeerati, P. 2010. Enhancing efficiency for reducing sugar from cassava bagasse by pretreatment. *International Journal of Environmental and Ecological Engineering*. 4(10): 477-480.
- Giyarto, G., Hafidoh, I. N., dan Windrati, W. S. 2016. Sifat fungsional tepung bumbu hasil formulasi dengan penggunaan tepung koro kratok. *Prosiding Seminar Nasional Apta*. 227-230 hal.
- Hanhadyanaputri Susanti Eka, Ariani Hesti Wulan, Indah Sulistyarini, Intan Martha Cahyani. 2023. Perbedaan Aktivitas Antioksidan Pada Kolang-kaling Segar Dan Kolang-kaling Serbuk. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*.
- Hardisto, K dan Tjandra, O. 2019. Uji aktivitas antibakteri minyak atsiri daun jeruk kingkit (*Triphasia trifoliata*) terhadap *Escheria coli* secara in vitro. *Tarumanegara Medical Journal*. 2(1) :88-91.
- Haryadi, C.E., 2015. Efektivitas nanopartikel minyak masoyi (*Masosia aromatica* Becc) sebagai agen antimikroba terhadap *Pseudomonas aeruginosa* NCTC 12924 dan *Staphylococcus aureus* ATCC 2913. [Skripsi] Farmasi Universitas Gadjah mada. 123 hlm.
- Hasanah, A. F. P., Pasaribu, S. P., dan Erwin, E. 2021. Ekstraksi dan Penentuan Kadar Galaktomanan dari Buah Nipah (*Nypa fructicans* Wurmb). In *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. pp. 18-20.
- Hasnelly, Asgar, A., dan Vega Yoesepa, T. P. 2014. Pengaruh konsentrasi larutan air kapur dan lama perendaman terhadap karakteristik *french fries* ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.). *Pasundan Food Technology Journal*. 1(2): 141-151.
- Hilman, Y. Suciantini, dan Rini R. 2019. Adaptasi tanaman hortikultura terhadap perubahan Iklim pada lahan kering. *Jurnal. Litbang Pert*. 38(1): 55-64.
- Hussin, A. S. M., Sapawi, C. W. N. S. C. W., Anzian, A., and Ramli, H. B. 2017. Aqueous extraction, purification and characterization of galactomannans from aren sugar palm (*Arenga pinnata*) fruits. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*. 7(4): 1148-54.
- Ingrath, W. 2015. Ekstraksi pigmen antosianin dari kulit buah naga merah (*Hylocereus costaricensis*) sebagai pewarna alami makanan dengan menggunakan microwave (kajian waktu pemanasan dengan microwave dan penambahan rasio pelarut aquades dan asam sitrat). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. 3(3): 1-8.
- Ika, K. 2013. Studi pembuatan mie instant berbasis tepung komposit dengan penambahan tepung porang (*Amorphophallus oncophyllus*). Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Malang (Abstrak). 1 hlm.
- Iswanto, A. H. 2009. Aren (*Arenga pinnata*). Karya Tulis. Universitas Sumatera

Utara. Medan

- Jabeen N., I. Majid and G.A. Nayik. 2015. Bioplastiks and food packaging: A review. *Cogent Food and Agriculture*. ISSN1: 1117749. 1 – 6.
- Jain, T.K., Richey, J., Strand, M., Pelecky, D.L.L., Flask, C.A., Labhasetwar, V. 2013. Magnetic nanoparticles with dual functional properties; drug delivery and magnetic resonance imaging. *Biomaterials*. 29(2): 4012-4021.
- Jasmina, H., Dzana O., Alisa, E., Edina, V and Ognjenka, R. 2017. Preparation of Nanopartikelon By High Energi and Low Energi Emulsification Methods. Springer Nature Singapore. Pp 317-322.
- Ju, H.L., Ah, R.C., Joo, Y.H., Dong, J.P. dan Seung, T.L. 2012. Physical properties of wheat flour composites dry-coated with microparticulated soybean hulls and rice flour and their use for low-fat doughnut preparation. *Journal of Cereal Science*. 56(3): 636-643.
- Juliano, S. L., Hand, P. J., and Whitsel, B. L. 1983. Patterns of metabolic activity in cytoarchitectural area SII and surrounding cortical fields of the monkey. *Journal of neurophysiology*. 50(4): 961-980.
- Kalsum, U. 2012. Kualitas organoleptik dan kecepatan meleleh eskrim dengan penambahan tepung porang (*Amorphophallus onchophyllus*) sebagai bahan penstabil. <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/2032>
- Kurniawan, R., Putri, F dan Puspita, F.N. 2016. Produk tepung glukomannan dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan proses kombinasi fisik dan enzimatis. Tugas Akhir- TK145501. Hlm 125.
- Kusnandar, F., D, R, Adawiyah., dan Fitria, M. 2013. Pendugaan umur simpan Lestari, M. D. 2021. Studi kelayakan pendirian industri tepung pisang kepok di Kabupaten Pesawaran, Lampung. 2021. [Skripsi]. Universitas Lampung.Lampung.
- Landeng, P. J., dan Suryanto, E. 2017. Komposisi proksimat dan potensi antioskidan dari biji jagung manado kuning (*Zea mays* L.). *Chemistry Progress*. 10(1): 33-39.
- Lawal, O. S. 2004. Functionality of African locust bean (*Parkia biglobossa*) protein isolate: effects of pH, ionic strength and various protein concentrations. *Food Chemistry*. 86(3): 345-355.
- Lestari, V. N. S., Cahyono, D., dan Wajdi, M. B. N. 2017. Sistem Pengupahan di Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Hukum Islam*. 8(2):144-153.
- Mahadin, B.D.M. 2015. Aplikasi edible coating berbasis pati singkong untuk memperpanjang umur simpan buah naga terolah minimal. [Thesis]. Departemen Teknik Mesin Dan Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor. 123 hlm.

- Mahardani, O. T., dan Yuanita, L. 2021. Efek metode pengolahan dan penyimpanan terhadap kadar senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan. *Unesa Journal of Chemistry*. 10(1): 64-78.
- Mahfiroh, V.H. 2017. Ekstraksi Galaktomanan dari Buah Nipah (*Nypa fructicans* W.) dengan Menggunakan Metode Maserasi Kinetik (Kajian Rasio Bahan : Pelarut dan Konsentrasi Agen Pengendap). Tesis. Malang: Universitas Brawijaya
- Maninder, K., Sandhu, K. S., and Singh, N. 2007. Comparative study of the functional, thermal and pasting properties of flours from different field pea (*Pisum sativum* L.) and pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) cultivars. *Food chemistry*. 104(1): 259-267.
- Manus, N., Yamlen, Y.V.P and Kojong, S.N. 2016.formulasi sediaan gel minyak atsiri daun sereh sebagai anti septik. *Pharmacon Journal Unsrat*. 3(3): 2302-2493.
- Maulidyyah, A. R., Qadariyah, L. 2023. Analisis strategi marketing berbasis marketplace dalam meningkatkan volume penjualan pada makanan khas Kota Gresik ditinjau dari perspektif ekonomi islam (Studi Pada UMKM Jajanan Syar'i Kota Gresik). *Jurnal Kaffa*. 2(1):1-20.
- Mohan, O.C., Ravishanker, N.C and Gopal, S.K.T. 2013. Active packaging of fishery product. *Review*. 47(1): 1-18.
- Mohanraj, V.J. and Y. Chen. 2013. Nanoparticles : A Review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 5(1).
- Moura, S. C., Berling, C. L., Germer, S. P., Alvim, I. D., AND Hubinger, M. D. 2018. Encapsulating anthocyanins from *Hibiscus sabdariffa* L. calyces by ionic gelation: Pigment stability during storage of microparticles. *Food Chemistry*. 241: 317-327.
- Muhtadin, F.A., Wijaya, R., Prihatini, P dan mahfud. 2013. Pengambilan minyak atsiri dari kulit jeruk segar dan kering dengan menggunakan metode steam distillation. *Jurnal Teknik Pomits*. 2(1): 2337-3539.
- Munawiroh, S.Z., Handayani, F.S., B.H. 2020. Optimasi formulasi nanopartikel minyak biji anggur energi tinggi dengan box behnken design (BBD). *Majalah Farmasetika*. 4(1): 93-99.
- Murtiningrum, M., Lisangan, M. M., and Edoway, Y. 2012. Pengaruh preparasi ubi jalar (*Ipomoea batatas*) sebagai bahan pengental terhadap komposisi kimia dan sifat organoleptik saus buah merah (*Pandanus conoideus* L). *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 6(1): 1-7.
- Mutmainah, M., Kusnandar, F., dan Muhandri, T. 2021. Karakteristik fisikokimia

- pati ubi banggai (*Dioscorea alata*). *Agritech*. 41(3), 220-230.
- Nafi, A., Diniyah, N., dan Hastuti, F. 2015. Karakteristik fisikokimia dan fungsional teknis tepung koro kratok (*Phaseolus lunatus* L.) termodifikasi yang diproduksi secara fermentasi spontan. *Jurnal Agrotek*. 9(1): 24-32.
- Nano Composix. 2012. Zeta potential analysis of nanoparticles. San Diego: NanoComposix. 1(1): 118-126.
- Ningsih, N., Yasni, S dan Yuliani, S. 2017. Sintesis nanopartikel ekstrak kulit manggis merah dan kajian sifat fungsional produk enkapsulasinya. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan*. 28(1): 27-35.
- Ningsih, R.D., Zusfahair,Z., Purwati,P and Nurdin, A. 2019. Hand sanitizer ekstrak metanol daun mangga arumanis (*Mangifera indica*). *Jurnal Penelitian Kimia*. 15(1):10-23.
- Nurlatifah., Cakrawati, D dan Nurcahyani., R.P. 2017. Aplikasi Edible Coating dari Pati Umbi Porang dengan Penambahan Ekstrak Lengkuas Merah pada Buah Langsung. *Edufortech*. 2(1):7-14.
- Nurlia. 2019. Pengaruh struktur organisasi terhadap pengukuran kualitas pelayanan perbandingan antara ekspektasi /harapan dengan hasil kerja). *Meraja Journal*. 2(2):51-66.
- Nurmuliana, E., Jamaluddin, J., dan Mustarin, A. 2022. Model matematika lapisan tipis pengeringan buah mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa*). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 8(1): 57.
- Nurmalina R, Sarianti T, Karyadi A. 2014. Studi Kelayakan Bisnis. IPB Press. Bogor.
- Nurviana, V., Alifiar,I., Wulandari, W.T., Dewi, R dan Nuraeni, R. 2020. Potensi antioksidan sediaan nanopartikel ekstrak kernel biji limus (*Mangifera foetida* lour). *Jurnal Farmasi Udayana*. 144 -151.
- Pahlevi, R., Zakaria, W. A., dan Kalsum, U. 2014. Analisis kelayakan usaha agroindustri kopi luwak di Kecamatan Balik Bukit Kabupaten Lampung Barat. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*. 2(1):48-55.
- Palupi, N.K., Yudi, P., dan Sutardi, S. 2020. Pembuatan nanopartikel pati jagung dengan teknik fotooksidasi menggunakan H₂O₂ dan lampu UV-C pada sistemtersikulasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 9(3): 118-125.
- Park, K., Yeo, Y., Swarbrick, J. 2014. Microencapsulation technology in: encyclopedia of pharmaceutical technology 3rd edition. New York: Informa Healthcare USA, Inc., p. 2315- 2325.

- Pase MC. 2013. Pengaruh pelapisan edibel terhadap umur simpan dan mutu buah naga terolah minimal yang disimpan dalam kemasan atmosfer termodifikasi [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. 123 hlm.
- Perdana, D. 2015. Pengembangan awal sistem pembawa polimerik berbasis nanopartikel. [Thesis]. Bandung: Institut Teknologi Bandung. 132 hlm.
- Prasetya, A.Y., Nisyak, K dan Amanda, R.E. 2019. Aktivitas antibakteri nanopartikel minyak lengkuas (*Alpinia galangal* L) dalam Menghambat pertumbuhan *helicobacter pylory*. *Journal of Tropical Biologi*.7(3): 136-142
- Pratama, E. R. 2016. *Pengoptimuman pengeringan terhadap aktivitas antioksidan, kadar galaktomanan, dan komposisi kimia Kolang-Kaling* [skripsi]. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pratiwi, A., Nurdjanah, S., dan Utomo, T. 2020. Pengaruh suhu dan lama pemanasan saat proses blansing terhadap sifat kimia, fisikokimia dan fisik tepung ubi kayu. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 17(2): 117-125.
- Purnavita, S., Oktaviananda, C., dan Purba, N. D. A. 2022. Ekstraksi Galaktomanan dari Kolang-Kaling. *Prosiding Sains Nasional dan Teknologi*. 12(1), 40-44.
- Putri, Rr. D. A., A. Setiawan, dan P. D. Anggraini. 2016. Effect of carboxymethyl cellulose (cmc) as biopolymers to the edible film sorghum starch hydrophobicity characteristics. *Engineering International Conference (EIC)*. 2(44): 1- 5.
- Purwitasari, A., Hendrawan, Y., dan Yulianingsih, R. 2014. Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap sifat fisik kimia dalam pembuatan konsentrat protein kacang komak (*Lablab purpureus* (L.) sweet). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. 2(1): 42-53.
- Raharjo, A.B., Dewi, S.W.N dan Haryani, K. 2012. Pemanfaatan tepung glukomanan dari umbi iles- iles (*Amorphopalus onchophyllus*) sebagai bahanbaku pembuatan edible film. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 1(1): 401-411.
- Rahayu, P.W dan Nurwitri, C.C. 2012. Mikrobiologi Pangan. IPB. Bogor. 123 hlm.
- Rajendran R, Radhai R, Kotresh TM, Csiszar E. 2013. Development of antimicrobial cotton fabrics using herb loaded nanoparticles. *Carbohydr Polym*. 91(2):613–617.
- Rebelo R., M. Fernandes M andR. Fangueiro , 2017. Biopolymers in medical implants: a brief review. *Journal of Procedia Engineering*. 200: 236-243.
- Riley, C. K., Wheatley, A. O., and Asemota, H. N. 2006. Isolation and

- characterization of starches from eight *Dioscorea alata* cultivars grown in Jamaica. *African Journal of Biotechnology*. 5(17): 1528–1536.
- Rindengan, B. 2015. Ekstraksi Galaktomanan pada Daging Buah Kelapa dan Ampasnya serta Manfaatnya untuk Pangan. *Perspektif*. 14(1): 37-49.
- Riyandari, A.B. 2020. Active Packaging (sistem pengemasan untuk kualitas pangan yang lebih baik). Sanabil. Mataram. 154 hlm.
- Rochima. E., Fiyanih. E., Afrianti, E., Joni. M.I., Subhan. U dan Panatarani. C. 2018. Efek penambahan suspensi nanokitosan pada edible coating terhadap aktivitas antibakteri. *JPHPI*. 21(1): 127-136.
- Rowe, R.C., Shekey, P.J., Quinn, M.E. 2013. Handbook of Pharmaceutical Excipients, Sixth Edition. Pharmaceutical Press. London. 549-553, 675-681
- Saleh, N., Rahayuningsih, A.St., Radjit, S.B., Ginting, E., Harnowo, D dan Mejaya, J.M.I. 2015. Tanaman Porang Pengenalan, Budidaya, dan Pemanfaatannya. Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. 41 hlm.
- Santoso, D., Muhidong, D., dan Mursalim, M. 2018. Model matematis pengeringan lapisan tipis biji kopi arabika (*coffea arabica*) dan biji kopi robusta (*Coffea canephora*). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. 22(1): 86-95.
- Sari, A dan Herdiana, Y. 2016. Review : formulasi nanopartikel terhadap peningkatan kualitas obat. *Farmaka*. 16(1) : 247-254.
- Sarmi, Rita Dwi Ratnani dan Indah Hartati. 2016. Isolasi Senyawa Galaktomanan Buah Aren Menggunakan Beberapa Jenis Abu. Vol 12. No: 1. Hal 21-25.
- Sartikasari, M., Setiawan, I., dan Setia, B. Analisis kelayakan usaha agroindustri Tahu Cahaya di Dusim Lintungpaku Desa Karangpawitan Kecamatan Kawali Kabupaten Ciamis. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*. 8(2):537-546
- Seguchi, M., Hayashi, M., Suzuki, Y., Sano, Y., and Hirano, H. Y. 2003. Role of amylose in the maintenance of the configuration of rice starch granules. *Starch-Stärke*. 55(11): 524-528.
- Shi A, Li D, Wang L, Li B, Adhikari B. 2013. Preparation of starch-based nanoparticles through high pressure homogenization adminiemulsion crosslinking: influence of various process parameters on particle size and stability. *Carbohydrate Polymers*. 83:1604-1610
- Shimelis, E. A., Meaza, M., and Rakshit, S. 2006. Physico-chemical properties, pasting behavior and functional characteristics of flours and starches from improved bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in East Africa.
- Sholehah, R., Marsudi, M., Budianto, A. G. 2021. Analisis persediaan bahan baku

- kedelai menggunakan EOQ, ROP dan safety stock produksi tahu berdasarkan metode forecasting di PT. LANGGENG. *Jurnal of Industrial Engineering and Operation Management*. 4(2): 53-61.
- Silva, D.L.B., Herath, WMHW., Jennings. CR., Mahendran, M and Wannigama, GP. 2012. Coumarins from *Triphasia Trifoliata*. *Phytochemistry Journal*. 20(12):2776-2778.
- Singh, S., Singh, N., Ezekiel, R., Kaur, A., 2013. Effects of gamma-irradiation on the morphological, structural, thermal and rheological properties of potato starches. *Carbohydrate Polymers*.83. 1521- 1528.
- Sinico C, De Logu A, Lai F. 2013. Liposomal incorporation of *Artemisia arborescens* L. essential oil and in vitro antiviral activity. *Eur J Pharm Biopharm*. 59(1):161–168.
- Siswanti., Anandito.K.B.R dan Manuhara.J.G. 2013. Karakterisasi edible film komposit dari glukomanan umbi iles-iles (*Amorphopallus Muelleri* Blume) dan Maizena. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. (2): 110-118.
- Sokhansanj, S., and Webb, E. 2016. Evaluating industrial drying of cellulosic feedstock for bioenergy: a systems approach. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*. 10(1): 47-55.
- Su YL, Fu ZY, Zhang JY, Wang WM, Wang H, Wang YC. 2014. Preparation of *Radix salvia* nanoparticles. *Powder Technol*.184(1):114–121.
- Sudaryati H.P., Tri, M.S., dan Egh, R.H. 2013. Sifat fisik dan mekanis edible film dari tepung porang (*Amorphopallus oncophyllus*) Dan Karboksimetilselulosa. *Jurnal Tekno Pertanian*. 11(1):196-200
- Sulasminingsih, I., Hikam, M. I. A., Mulya, F. B. A. 2022. Analisis kelayakan agroindustri tape handayani 82 Desa Nangkaan Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso. *Jurnal Magister Agribisnis*. 22(1):60-72.
- Sumarwoto. 2014. Review: Kandungan glukomannan pada tanaman iles-iles (*Amorphopallus muelleri*). *Jurnal Bioteknologi*. 4(1):28-32.
- Suptijah P, Jacob AM, Deviyanti N. 2012. Karakterisasi dan bioavailabilitas nano kalsium cangkang udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *J Akuatika*. 3(1):63- 73.
- Suryati, M.S., Meriatna., Nasrul, Z., Jalaluddin., dan Sulhatun. 2022. Pengaruh kondisi ekstrak glukomanan dari umbi porang (*Amorphopallus muelleri* Blume). *Chemical Engineering Journal Storage*. 2(1): 114-123.
- Susanti, L. 2014. Pendugaan umur simpan bakso daging sapi (kajian suhu perendaman adonan bakso sebelum perebusan). [Skripsi]. Jurusan Teknik

- Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. 123 hlm.
- Suyanto, A., dan Isworo, J. T. 2015. Evaluasi sifat fisik dan kimia glukomanan modifikasi tepung iles-iles (*Amorphophallus oncophyllus*). [Thesis]. Universitas Muhammadiyah. Semarang. 123 hlm.
- Taewee, T. K. 2011. Cracker “Keropok”: A review on factors influencing expansion. *International Food Research Journal*. 18(3): 855-866.
- Tarigan, J., dan Kaban, J., 2009, Analisis Thermal dan Komponen Kimia Kolangkaling, *Jurnal Biologi Sumatera*, 4, 1
- Taufiqurrahman, S. 2013. Pembuatan dan karakterisasi nanopartikel ekstrak temulawak dengan metode ultrasonikasi. [Skripsi]. Departemen Biokimia FMIPA IPB. 37 Hlm
- Torio, M. A. O., Saez, J., and Merca, F. E. 2006. Physicochemical characterization of galactomannan from sugar palm (*Arenga saccharifera* Labill.) endosperm at different stages of nut maturity. *Philippine Journal of Science*. 135(1): 19-30.
- Theanphong, O and Mingvanish. 2018. Antimicrobial activity from leaves and stems of *Triphasia trifolia* (Burm. F.) P. Wilson. *Bull Health Sci Technol*. 16(1): 31-38 .
- Trilaksani W, Salamah E, Nabil M. 2014. Pemanfaatan limbah tulang ikan tuna (*Thunnus sp.*) sebagai sumber kalsium dengan metode hidrolisis protein. *Bul THP*. 9(2):34-45.
- Utami, C.P., S.A. Fitrianingrum, K. Haryani. 2012. Pemanfaatan iles-iles (*Amorphophallus oncophyllus*) sebagai bahan pengental pada pembuatan tahu. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 1(1):79-85.
- Voutsinas, L. P., and Nakai, S. 1983. A simple turbidimetric method for determining the fat binding capacity of proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 31(1): 58-63.
- Wani, A.A, Singh, P., Shah, M.A., Weisz, U.S., Gul, K. dan Wani, I.A. 2012. Rice starch diversity: effects on structural, morphological, thermal, and physicochemical properties-a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 11(5): 417-436.
- Warsiki E, Sunarti TC dan Nurmala lala. 2013. Kemasan Antimikrob untuk Memperpanjang Umur Simpan Bakso Ikan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*. 18(2):125-131.
- Wibowo, C., Erminawati., Hariyanti, P., Wicaksono, R., 2017. Pengaruh perlakuan pendahuluan terhadap karakteristik tepung yang dihasilkan dari umbi kentang

- varietas granola. *Prosiding Seminar Nasional LPPM Unsoed*. 7(1): 585–593.
- Widayanti, P.N dan W.Laksmi, S.A. 2020. Uji aktivitas ekstrak etanol buah jeruk kingkit (*Triphasia trifolia*) dengan metode DDPH (1,1- diphenyl-2-picrylhydazil). *Jurnal Media Sains*. 4 (1): 25-31.
- Wijaya, H., dan Sirine, H. 2016. Strategi segmenting, targeting, positioning serta strategi harga pada Perusahaan Kecap Blekok di Cilacap. *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*. 1(3):175-190.
- Yan, H., Bao, C., Chen.X., Yu, C., Kong, D., Shi, J and Lin, Q. 2019. Preparation of biodiesel oil in water nanopartikelons by mixed surfactants for Bifenthrin Formulation. *RSC Advances*. 9(21) : 11649-11658.
- Yasin, I., Suwardji., Kusnarta., Bustan dan Fahrudin. 2021. Menggali potensi porang sebagai tanaman budidaya di lahan hutan kemasyarakatan pulau lombok. *Prosiding SAINTEK LPPM Universitas Mataram*. E-ISSN : 2774-8057. 3(1) :453-463.
- Yu Y., J. Wang. 2014. Effect of γ -ray irradiation on starch granule structure and physicochemical properties of rice. *Food Research International*. 40. 297-303.
- Yuliani, S.H., Hartini, M., Stephanie., Pudyastuti, B dan Istyastono, E.P. 2016. Perbandingan stabilitas fisis sediaan nanopartikel minyak biji delima dengan fase minyak long- chain trigliceiryde dan medium chain triglyceride. *Traditional Medical Journal*. 3-7.
- Yuniarti, Y., Megawati, E., Dewi, A., Ariyani, D., Vegatama, M. R., dan Sahara, A. 2022. Pengaruh suhu terhadap karakteristik arang hasil pirolisis kulit kolangkaling (*Arenga pinnata*). *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*. 8(4): 1020-1030.
- Yuwono, S.S. 2013. Introduksi glukomannan porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dalam pembuatan beras tiruan sebagai upaya peningkatan potensi lokal untuk mewujudkan ketahanan pangan. [Skripsi]. Universitas Brawijaya Malang.
- Zhang, Y.Q., B.J. Xie, and X. Gan. 2015. Advance in the application of konjac glucomannan and its derivatives. *Carbohydrate Polymers*. 60:27-31.
- Zoghbi, M D G B., Andrade, E H. 2020. Chemical composition of the leaf, stem and fruit essential oils from *Triphasia trifolia* (Burm. f.) P. Wilson cultivated in North of Brazil. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 12(1) : 81 – 86.
- Zufahmi dan Nurlaila.2018. Hubungan kekerabatan famili rutaceae berdasarkan karakter morfologi di kecamatan bandar baru. *Prosiding Seminar Nasional*.
- Zultiniar, D., Gaffar dan Casoni, S. 2009. Ekstraksi Galaktomanan dari Ampas

Kelapa. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau. 50
Volume 14 Nomor 1, Juni 2015 : 37-49.

Zuo, J.Y., K. Knoerzer, R. Mawson, S. Kentish, M. Ashokkumar. 2009. The pasting properties of sonicated waxy rice starch suspensions. *Ultrasonics Sonochemistry*. 16. 462-468.