

STABILITAS DAN BIOEFEKTIFITAS EKSTRAK REBUNG (*Dendrocalamus asper*) DAN DAUN BALAKACIDA (*Chromolaena odorata*) SEBAGAI ANTIKOLESTEROL TERENKAPSULASI MALTODEKSTRIN-KITOSAN DENGAN SPRAY DRYING



**DINAL TRY DERMAWAN
G031 20 1029**



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

STABILITAS DAN BIOEFEKTIFITAS EKSTRAK REBUNG (*Dendrocalamus asper*) DAN DAUN BALAKACIDA (*Chromolaena odorata*) SEBAGAI ANTIKOLESTEROL TERENKAPSULASI MALTODEKSTRIN-KITOSAN DENGAN *SPRAY DRYING*

**DINAL TRY DERMAWAN
G031 20 1029**



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**STABILITY AND BIOEFFECTIVITY OF REBUNG (*Dendrocalamus asper*)
AND BALAKACIDA (*chromolaena odorata*) LEAVES EXTRACT AS
ANTICOLESTEROL ENCAPSULATED MALTODEXTRIN-CHITOSAN BY
SPRAY DRYING**

**DINAL TRY DERMAWAN
G031 20 1029**



**FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY STUDY PROGRAM
FACULTY OF AGRICULTURE
HASANUDDIN UNIVERSITY
MAKASSAR, INDONESIA
2024**

STABILITAS DAN BIOEFEKTIFITAS EKSTRAK REBUNG (*Dendrocalamus asper*) DAN DAUN BALAKACIDA (*Chromolaena odorata*) SEBAGAI ANTIKOLESTEROL TERENKAPSULASI MALTODEKSTRIN-KITOSAN DENGAN *SPRAY DRYING*

DINAL TRY DERMAWAN
G031 20 1029

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan

pada

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

STABILITAS DAN BIOEFEKTIFITAS EKSTRAK REBUNG (*Dendrocalamus asper*) DAN DAUN BALAKACIDA (*Chromolaena odorata*) SEBAGAI ANTIKOLESTEROL TERENKAPSULASI MALTODEKSTRIN-KITOSAN DENGAN *SPRAY DRYING*

DINAL TRY DERMAWAN

G031 20 1029

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Teknologi Pertanian pada 08 Oktober 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan pada

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan
Departemen Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan,

Pembimbing Utama

Dr. Rer.nat Zainal, STP., M.Food.Tech
NIP 19720409 199903 1 001

Mengesahkan,

Pembimbing Pendamping

Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta
NIP 19660917 199112 2 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Andi Nur Faidah Rahman, S.TP., M.Si
NIP 19830428 200812 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Stabilitas dan Bioefektifitas Ekstrak Rebung (*Dendrocalamus asper*) dan Daun Balakacida (*Chromolaena odorata*) Sebagai Antikolesterol Terenkapsulasi Maltodekstrin-Kitosan Dengan *Spray Drying*" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing **Dr. rer.nat Zainal, STP., M.Food.Tech** sebagai Pembimbing Utama dan **Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta** sebagai Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 10 Oktober 2024



Dinal Try Demawan
G031 20 1029

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya telah memberikan kekuatan, ketabahan, dan kesehatan kepada selama proses penyusunan skripsi yang berjudul "Stabilitas dan Bioefektivitas Ekstrak Rebung (*Dendrocalamus asper*) dan Daun Balakacida (*Chromolaena odorata*) sebagai Antikolesterol Terenkapsulasi Maltodekstrin-Kitosan dengan *Spray Drying*." Shalawat serta salam tak lupa penulis haturkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, yang telah membawa kita dari alam kegelapan menuju cahaya iman dan ilmu pengetahuan.

Suka dan duka penulis rasakan selama penulisan skripsi ini. Tekad dan kemauan yang tinggi menjadi kunci utama penyelesaian skripsi ini. Penulis juga menyadari, keberhasilan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai doa, ikhtiar, dorongan, dan dukungan dari berbagai pihak. Terutama untuk kedua orang tua penulis, Bapak Husnauddin dan Mama Hisnawati yang merupakan tujuan utama penulis masih bertahan sampai dititik ini. Dua orang yang menjadi pondasi hidup penulis, sebagai sumber kekuatan inspirasi yang tak pernah surut. Setiap doa yang dipanjatkan, setiap tetes keringat, dan segala bentuk pengorbanan tiada henti selalu menjadi wujud cinta kasihmu. Terima kasih karena selalu percaya dan mendukung penulis sehingga sampai pada tahap ini. Selain itu, Keempat saudara penulis: Rey, Ikran, Teguh dan Fathir yang selalu menunggu penulis pulang walau terkadang cekcok satu sama lain. Namun, disisi lain saling menjaga, saling mengayomi dan saling cari. Dengan segala kerendahan hati, penulis juga ingin mengucapkan rasa terima kasih yang mendalam kepada:

1. Bapak Dr. Rer.nat Zainal, STP., M.Food.Tech selaku pembimbing utama penulis sekaligus Wakil Dekan Kemahasiswaan Fakultas Pertanian. Terima kasih atas waktu, ilmu dan kesabaran yang sangat berharga tanpa batas selama penyusunan skripsi ini. Walaupun ditengah kesibukan selaku WD1, namun tetap memberikan ruang untuk penulis berkeluh kesah dan menyampaikan segala keresahan selama penulisan skripsi ini. Tanpa dukungan dan bimbingan bapak selama ini, skripsi ini menjadi salah satu tulisan yang sangat indah.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta, selaku dosen pembimbing pendamping penulis yang sangat luar biasa. Terima kasih untuk waktu, ilmu dan perhatian yang diberikan selama ini. Do'a, nasihat dan juga perhatian akan hal detail menyangkut penulisan skripsi tak lepas dari bantu Prof. Semoga keberkahan dan kesehatan selalu tercurahkan untuk Prof.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Jumriah Langkong, MS. dan Bapak Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M.Si. selaku dosen penguji pada ujian skripsi penulis. Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas kesediaan ibu dan bapak untuk memberikan saran dan masukan yang membangun untuk menghasilkan skripsi yang lebih baik.
4. Seluruh dosen Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Hasanuddin yang telah mendidik dan menginspirasi penulis sepanjang masa studi ini. Setiap ilmu dan pengalaman yang telah dibagikan akan selalu menjadi bekal berharga dalam perjalanan karier penulis di masa depan. Terima kasih atas segala ilmu, nasihat, serta motivasi yang diberikan selama ini.

5. Kak Nisa dan Ibu Asmi, selaku laboran yang selalu bersedia membantu dalam setiap proses penelitian penulis di laboratorium. Terima kasih telah meluangkan waktu mengajari dan mendampingi penulis selama penelitian.
6. “Inisantuy”: Fuad, Bimo, Tasya, Erika, Rifqah, Bitu, Takbir, Luthfi, Dayat, Noer yang paling kece dan santai tapi gesit. Mulai dari awal semester saat online hingga sekarang selalu sempatkan untuk kumpul kerja tugas, laporan atau hanya sekedar ngobrol. walaupun di akhir semester jarang full team karena satu dan lain hal. Terima kasih karena, telah menjadi tempat cerita dan berbagi ilmu selama studi, semoga kelak Inisantuy terus kumpul bersama.
7. “Habibie Brothers”: Uja, Karin, Neva, Pika, Muftya, Ratu, Zahrah, yang terbentuk awal mula di vanilla dan sampai sekarang menjadi teman karib yang kadang dewasa, receh dan pakbal dalam satu waktu. Penulis mau ucapkan banyak terima kasih untuk semua waktu yang kalian sempatkan selama perkuliahan, mulai dari kerja laporan, sekedar duduk di vanilla, atau yang selalu tiba masa tiba akal keliling naik motor kesana kesini. Semoga kedepan masih ada kumpul seperti yang lalu, sukses selalu semua.
8. Teman-teman KKN penulis: Raihan, Putra, Barm, Dillo, Jamilah, Ilmi, Farhani, Fadila yang telah menjadi keluarga selama hampir dua bulan di labukkang. Suka duka selama di posko sudah dirasakan bersama, kadang menjadi rumah tangga harmonis, dan kadang jadi perang dingin. Namun hal tersebut dilewati dengan penuh haru dan berakhir bahagia karena semua dapat menyelesaikan tugasnya masing-masing. Terima kasih untuk seluruh pengalaman dan kesempatan hidup bersama selama kkn. Terkhusus Raihan, sobatku yang sudah kuanggap saudara selama kkn, terima kasih karena selalu bisa jadi tempat berbagi cerita dan jadi warga lokal yang merasa paling tau semua tempat di Pare-pare, semoga sukses selalu dimanapun berada.
9. Teman-teman seperjuangan magang pagc BPOM: Fajar, Akmal, Akbar, Jihan, Maurel, Nunu, Aida, Walny, Marfika, terima kasih atas kerja sama yang luar biasa selama magang. Jangan lupa untuk terus menjadi fasilitator kemanan pangan yang peduli akan hal yang berkaitan dengan makanan.
10. Teman-teman seangkatan Ilmu dan Teknologi Pangan (Foodtech 2020), terutama Abel, Imam, Aksa, Juniarto, Yoseph, Maura, Este, Farah, Dini, Mila, Maul, Iffa, Bewe, Evina, Ivana, Ngungi, Vemy, Indah, Angel, Jeniver, Dinda dan vena, serta teman-teman lain yang tidak sempat penulis satu persatu, terima kasih karena sudah mau menjadi teman penulis selama masa studi di ITP. Besar harapanku, teman-teman bisa menjadi bagian dari pelopor teknologi pangan masa depan dalam tiap sektor. Semoga sukses selalu apapun yang menjadi target dan langkah selanjutnya.
11. Kakak-kakak Angkatan 2018-2019 serta Teman-teman angkatan 2021-2022, yang banyak memberikan pelajaran berharga bagi penulis baik sebagai praktikan ataupun sebagai asisten, setiap orang yang penulis temui akan menjadi guru dan Pengalaman yang berharga. Semoga kedepan bisa bertemu di lain waktu dengan jalan dan kesuksesan masing-masing.

12. Dan teruntuk Diri penulis sendiri, Dinal Try Dermawan yang telah bertahan dan berjuang hingga akhir. Terima kasih karena tidak menyerah, meskipun jalan sering kali terasa sulit dan melelahkan. Terima kasih telah percaya pada proses, pada setiap usaha yang dilakukan. Semoga perjalanan ini menjadi batu loncatan untuk meraih impian-impian yang lebih besar di masa depan.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk penyempurnaan skripsi ini di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi ilmu pengetahuan dan kemajuan teknologi pangan.

Penulis,
Dinal Try Dermawan

ABSTRAK

DINAL TRY DERMAWAN. **Stabilitas dan Bioefektifitas Ekstrak Rebung (*Dendrocalamus asper*) dan Daun Balakacida (*Chromolaena odorata*) Sebagai Antikolesterol Terenkapsulasi Maltodekstrin-Kitosan Dengan *Spray Drying***
(Dibimbing Zainal dan Meta Mahendradatta)

Latar Belakang: Kolesterol merupakan senyawa yang dapat mengakibatkan timbulnya penyakit kardiovaskular. Berbagai upaya dilakukan untuk menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Salah satunya adalah mengonsumsi pangan herbal yang dapat menurunkan kolesterol. Ekstrak rebung dan daun balakacida merupakan herbal material yang berpotensi menurunkan kolesterol, tetapi mudah mengalami oksidasi dan kerusakan, sehingga enkapsulasi merupakan upaya efektif untuk meningkatkan stabilitas dan efektifitas ekstrak tersebut. **Tujuan:** penelitian ini yaitu menganalisis pengaruh konsentrasi maltodekstrin dan kitosan terhadap karakteristik hasil enkapsulasi, menentukan konsentrasi maltodekstrin dan kitosan terbaik, serta menganalisis pengaruh enkapsulasi dengan penyalut maltodekstrin dan kitosan terhadap efektifitas penurunan kadar kolesterol. **Metode:** penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan perbandingan maltodekstrin dan kitosan sebagai penyalut enkapsulasi, analisis karakteristik meliputi viskositas, kadar air, persentase peningkatan kadar air, kelarutan dalam air, intensitas warna, dan uji morfologi dengan scanning electron microscope, penentuan perlakuan terbaik menggunakan indeks efektifitas yang akan dilanjutkan uji antikolesterol. **Hasil:** penelitian ini diperoleh viskositas A1 (6,03%), A2 (7,00%) dan A3 (14,63%); Rendemen enkapsulasi A1 (51,19%), A2 (50,83%) dan A3 (24,23%); kadar air A1 (6,28%), A2 (6,44%) dan A3 (8,78%); peningkatan kadar air A1 (2,62%), A2 (1,68%) dan A3 (5,25%); kelarutan dalam air A1 (94,78%), A2 (95,53%) dan A3 (95,17%); intensitas warna A1 (84,42), A2 (81,21) dan A3 (80,47); pengamatan morfologi partikel A1 menunjukkan partikel tidak merata, ukuran bervariasi dan mengkerut, A2 dan A3 menunjukkan partikel berbentuk bulat, tersebar merata, dan terdapat mikropartikel pada permukaan enkapsulat. Hasil *in vivo* menunjukkan penurunan sebesar $21,33 \pm 4,93$ mg/dL pada perlakuan A0 (Ekstrak tanpa enkapsulasi) dan $23,33 \pm 2,31$ mg/dL pada perlakuan A2 (90% Maltodekstrin : 10% Kitosan). **Kesimpulan:** dari penelitian ini yaitu konsentrasi kitosan yang semakin tinggi berpengaruh terhadap viskositas, yang dapat menyebabkan rendemen semakin rendah, kadar air semakin tinggi serta terdapat mikropartikel pada permukaan enkapsulat, selain itu perbandingan maltodekstrin dan kitosan berpengaruh terhadap peningkatan kadar air selama penyimpanan, intensitas warna, ukuran partikel dan kelarutan dalam air; perbandingan maltodekstrin dan kitosan terbaik yakni A2 (90%:10%); serta proses enkapsulasi *spray drying* dengan penyalut maltodekstrin dan kitosan tidak berpengaruh terhadap efektifitas ekstrak rebung dan daun balakacida sebagai antikolesterol.

Kata Kunci: Antikolesterol, *balakacida (Chromolaena odorata)*, *enkapsulasi*, *rebung (Dendrocalamus asper)*, *spray drying*.

ABSTRACT

DINAL TRY DERMAWAN. **Stability and Bioeffectivity of Rebung (*Chromolaena odorata*) and Balakacida (*Chromolaena odorata*) Leaves Extract as Anticholesterol Encapsulated Maltodextrin-Chitosan by Spray Drying** (Supervised Zainal and Meta Mahendradatta).

Background. Cholesterol is a compound that can lead to cardiovascular disease. Various efforts are made to reduce cholesterol levels in the blood. One of them is consuming herbal foods that can lower cholesterol. Bamboo shoot and balakacida leaf extracts are herbal materials that have the potential to lower cholesterol but are easily oxidized and damaged, so encapsulation is an effective effort to increase the stability and effectiveness of these extracts. **This research aimed.** to analyze the effect of maltodextrin and chitosan concentrations on encapsulant characteristics, determine the best maltodextrin and chitosan concentrations, and analyze the effect of encapsulation with maltodextrin and chitosan coatings on the effectiveness of reducing cholesterol levels. **This research method.** is the using a factorial complete randomized design with a comparison of maltodextrin and chitosan as an encapsulated dressing, analysis of characteristics including viscosity, moisture content, percentage increase in moisture content, water solubility, color intensity, and morphology test with scanning electron microscope, determination of the best treatment using the effectiveness index, which will be followed by an anticholesterol test. **The results.** obtained viscosity A1 (6.03%), A2 (7.00%) and A3 (14.63%); encapsulation efficiency A1 (51.19%), A2 (50.83%) and A3 (24.23%); moisture content A1 (6.28%), A2 (6.44%) and A3 (8.78%); increase in moisture content A1 (2.62%), A2 (1.68%) and A3 (5.25%); water solubility A1 (94.78%), A2 (95.53%) and A3 (95.17%); color intensity of A1 (84.42), A2 (81.21) and A3 (80.47); particle morphology of A1 observation showed unevenly distributed particles, varying sizes and wrinkled, A2 and A3 showed spherical particles, evenly distributed, and microparticles on the encapsulate surface. In vivo results showed a decrease of 21.33 ± 4.93 mg/dL in treatment A0 (Extract without encapsulation) and 23.33 ± 2.31 mg/dL in treatment A2 (90% Maltodextrin: 10% Chitosan). **The conclusion.** of this research is shows higher concentration of chitosan affects the viscosity, which can lead to lower efficiency, higher water content, and there are microparticles on the surface of the encapsulate. In addition, the ratio of maltodextrin and chitosan affects the increase in water content during storage, color intensity, particle size, and water solubility; the best ratio of maltodextrin and chitosan is A2 (90%: 10%); and the spray drying encapsulation process with maltodextrin and chitosan coatings does not affect the effectiveness of bamboo shoot extracts and balakacida leaves as anticholesterol.

Keywords: Anticholesterol, *balakacida* (*Chromolaena odorata*), *bamboo shoots* (*Dendrocalamus asper*), *encapsulation*, *spray drying*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II. METODE PENELITIAN	4
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	4
2.2 Alat dan Bahan.....	4
2.3 Desain Penelitian	4
2.3.1 Tahap Penelitian	5
2.4 Prosedur Penelitian.....	5
2.4.1 Pembuatan Bubuk Rebung	5
2.4.2 Pembuatan Bubuk Balakacida	5
2.4.3 Ekstraksi Maserasi dan reMaserasi (Lezoul et al., 2020)	5
2.4.4 Enkapsulasi dengan <i>Spray Dryer</i>	5
2.5 Parameter Pengujian	6
2.5.1 Viskositas	6
2.5.2 Rendemen Enkapsulasi	6
2.5.3 Uji Kadar Air	6
2.5.4 Stabilitas Peningkatan Kadar Air (Evelyne, 2021)	6
2.5.5 Intensitas Warna	7
2.5.6 Analisis Morfologi dan Ukuran Partikel	7
2.5.7 Kelarutan dalam Air.....	7
2.5.8 Penentuan Perlakuan Terbaik.....	8
2.5.9 In Vivo	8
2.6 Analisis Data	8
BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	10
3.1 Viskositas	10
3.2 Rendemen Enkapsulasi	11
3.4 Stabilitas Peningkatan Kadar Air	14
3.5 Intensitas Warna	15
3.6 Morfologi dan Ukuran Partikel.....	17
3.7 Kelarutan dalam Air.....	19
3.8 Perlakuan Terbaik	21
3.9 Efektifitas Antikolesterol (<i>In vivo</i>)	21

BAB IV PENUTUP	23
4.1 Kesimpulan.....	23
4.2 Saran.....	23
DAFTAR PUSTAKA.....	24
LAMPIRAN	29

DAFTAR TABEL

1. Matriks Perlakuan Perbandingan Maltodekstrin dan Kitosan.....	4
2. Formulasi Enkapsulasi Ekstrak Rebung dan Balakacida dalam gram..	4
3. Hasil Penentuan Perlakuan Terbaik dengan Metode Indeks Efektifitas	21
4. Hasil in vivo Pengaruh Enkapsulasi Spray Drying dengan Penyalut Maltodekstrin dan Kitosan terhadap Penurunan Kadar Kolesterol.....	22

DAFTAR GAMBAR

1. Diagram Alir Penelitian Enkapsulasi Ekstrak Rebung dan Daun Balakacida	9
2. Pengaruh Perbandingan Maltodekstrin-Kitosan terhadap Viskositas Campuran Ekstrak Rebung dan Daun Balakacida.....	10
3. Pengaruh Perbandingan Maltodekstrin dan Kitosan terhadap Rendemen Hasil Enkapsulasi Ekstrak Rebung dan Daun Balakacida .	11
4. Pengaruh Perbandingan Maltodekstrin dan Kitosan terhadap Kadar Air Hasil Enkapsulasi Ekstrak Rebung dan Daun Balakacida	13
5. Pengaruh Perbandingan Maltodekstrin dan Kitosan terhadap Peningkatan Kadar Air Enkapsulat Ekstrak Rebung dan Daun Balakacida selama 4 Minggu Penyimpanan	14
6. Pengaruh Perbandingan Maltodekstrin dan Kitosan terhadap Intensitas Warna Hasil Enkapsulasi Ekstrak Rebung dan Daun Balakacida	16
7. Hasil Pengamatan Morfologi Partikel Hasil Enkapsulasi Ekstrak Rebung dan Daun Balakacida dengan Scanning Electron Microscope (SEM) Perbesaran 3000x	18
8. Pengaruh Perbandingan Maltodekstrin dan Kitosan terhadap Kelarutan dalam Air Hasil Enkapsulasi Ekstrak Rebung dan Daun Balakacada.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

1. Data, Perhitungan dan Hasil Uji Statistik ANOVA serta Uji Lanjut Duncan pada Parameter Pengujian Hasil enkapsulasi Ekstrak Rebung dan Daun Balakacida.....	29
2. Data, Perhitungan dan Hasil Uji Statistik Independent T-test pada Parameter Pengujian in vivo Ekstrak Rebung dan Daun Balakacida Sebelum dan Setelah Enkapsulasi	41
3. Dokumentasi Penelitian Enkapsulasi Ekstrak Rebung dan Daun Balakacida dengan Spray Drying	43
4. Riwayat Hidup Peneliti.....	47

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lemak yang diperoleh dari berbagai bahan pangan merupakan salah satu komponen utama yang diperlukan oleh tubuh termasuk penyediaan energi dan membantu penyerapan vitamin tertentu (Stacchiotti et al., 2021). Lemak tak jenuh merupakan salah satu jenis lemak yang umumnya diperoleh dari berbagai bahan nabati yang kerap disebut sebagai lemak yang lebih sehat. Selain itu terdapat lemak jenuh yang umumnya diperoleh dari produk hewani yang dapat menjadi prekursor peningkatan kadar kolesterol dalam darah. Kolesterol merupakan salah satu golongan lemak yang diperlukan oleh tubuh, tetapi kelebihan kolesterol atau hiperkolesterol dalam darah dapat meningkatkan kadar *low density lipoprotein* (LDL) yang berakibat pada penyumbatan pembuluh darah (Oliveira & Vercesi, 2020). Kolesterol sangat erat kaitannya dengan bahan pangan yang dikonsumsi. Sehingga upaya penanganan yakni dengan penerapan pola hidup sehat seperti menjaga pola makan serta olahraga teratur. Namun, perkembangan zaman menuntut setiap proses selalu cepat sehingga upaya tersebut terkadang terabaikan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan selain dengan konsumsi obat-obatan kimia yang dapat berefek jangka panjang yakni dengan pemanfaatan pangan herbal seperti rebung dan daun balakacida yang memiliki beragam senyawa aktif di dalamnya.

Rebung (*Dendrocalamus asper*) merupakan tunas muda bambu yang tumbuh pada permukaan rumpun bambu dan umumnya dijumpai pada musim hujan. Rebung memiliki manfaat sebagai antihiperkolesterol yang ditandai dengan kandungan senyawa aktif seperti saponin, flavonoid, polifenol, dan triterpenoid (Yansen et al., 2023). Rebung memiliki kapasitas adsorpsi yang baik serta pelepasan dan penurunan kolesterol sebesar 25% (Zhao et al., 2022). Namun, rebung memiliki kelemahan yakni mudah mengalami kerusakan yang ditandai dengan warna gelap, tekstur lunak serta menghasilkan aroma pesing. Selain itu, rebung juga memiliki kandungan sianida yang bersifat toksik. Sehingga diperlukan perlakuan seperti perebusan dan penambahan garam sebelum pengolahan untuk menurunkan kadar sianida dalam rebung (Kumalasari et al., 2021). Sedangkan, balakacida (*Chromolaena odorata*) merupakan tumbuhan herbal yang tumbuh liar sebagai gulma yang juga disebut dengan nama daun kirinyuh atau daun komba-komba. Daun balakacida umumnya diketahui dapat mengganggu pencernaan pada hewan ternak karena kandungan senyawa nitrat yang cukup tinggi (Makin et al., 2022). Padahal, daun balakacida mengandung senyawa aktif, seperti alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, triterpenoid, mineral antrakuinon, vitamin, *kaempferol*, β caryophelen, asam klorogenik dan *himachalol* (Olawale et al., 2022). Senyawa-senyawa tersebut mampu mencegah sekaligus menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Selain itu, daun balakacida terbukti secara praktis tidak bersifat toksik setelah dilakukan percobaan pada mencit (Eriadi et al., 2016).

Pemanfaatan ekstrak yang diperoleh dari rebung dan daun balakacida masih sangat terbatas, padahal komponen senyawa flavonoid memiliki potensi sebagai antikolesterol melalui penghambatan enzim 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase (HMG CoA reduktase) sehingga sintesis kolesterol dalam darah semakin menurun (Gesto et al., 2020). Senyawa golongan flavonoid juga bersifat antioksidan yang mampu menurunkan laju oksidasi kolesterol LDL, sehingga dapat menghambat pembentukan plak pada pembuluh darah (Ananta, 2020). Selain itu, kandungan fitosterol mampu menekan dan menurunkan laju penyerapan kolesterol dalam tubuh (Sianipar, 2019). Hal tersebut didukung dari data hasil Riset pada Program Kreativitas Mahasiswa (PKM, 2023) Dermawan et al., yang melakukan pengujian secara *in vivo* terhadap tikus wistar dari ekstrak rebung dan daun balakacida sebagai agen antihiperkolesterolemia, diperoleh hasil positif penurunan kadar kolesterol dari ketiga perlakuan yang diberikan. Akan tetapi, ekstrak rebung dan daun balakacida masih memiliki kekurangan yakni mudah mengalami kerusakan karena terpapar secara langsung oleh oksigen dan terjadi peningkatan kadar air yang berujung pada masa simpan menjadi lebih singkat (Luthfiyanti et al., 2020). Sehingga, salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk melindungi dan menjaga kestabilan serta bioefektifitas senyawa pada ekstrak rebung dan daun balakacida yakni dengan metode enkapsulasi.

Spray drying menjadi salah satu teknik enkapsulasi yang umum digunakan karena relatif lebih stabil dan pengaplikasiannya cenderung lebih singkat (Liao et al., 2021). *Spray drying* merupakan metode dengan teknik penyemprotan dan pengeringan cepat pada suatu larutan, sehingga menghasilkan partikel dengan karakteristik kering dan berukuran kecil (Cereda, 2024). Selain dari metode yang digunakan, stabilitas Enkapsulasi juga dapat dipengaruhi oleh karakteristik senyawa yang akan disalut, dimana ekstraksi dengan etanol akan menghasilkan berbagai senyawa baik polar maupun non polar, yang memungkinkan terbentuknya dispersi pada larutan (Rullyansyah et al., 2020). Tween 80 merupakan salah satu penstabil yang sehingga dapat digunakan untuk mengikat dua fase yang saling terdispersi menjadi lebih stabil (Sun et al., 2020). Selain itu, jenis penyalut yang digunakan juga berpengaruh terhadap stabilitas enkapsulasi karena akan menjadi benteng pertahanan awal terhadap kondisi eksternal seperti suhu, kelembaban dan paparan cahaya. Penelitian terkait enkapsulasi ekstrak rebung dan daun balakacida belum pernah dilakukan, mulai dari penggunaan metode *spray drying* ataupun kombinasi penyalut seperti maltodekstrin dan kitosan.

Maltodekstrin merupakan salah satu jenis pati termodifikasi hasil hidrolisis yang tersusun atas α -D-glukosa dan sebagian besar terikat dengan α -1,4 glikosidik (Ikeda & Finzer, 2023). Maltodekstrin sering dijadikan sebagai bahan penyalut karena memiliki karakteristik mudah larut dalam air dan menghasilkan senyawa yang stabil dan tahan oksidasi, sehingga mampu melindungi degradasi akibat faktor luar (Zorzenon et al., 2020). Namun, maltodekstrin memiliki kelemahan seperti tidak tahan terhadap suhu tinggi dan kelembaban selama

penyimpanan (Srimiati et al., 2023). Oleh karena itu, penambahan kitosan sebagai penyalut menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan stabilitas enkapsulasi. Kitosan merupakan biopolimer alami dari kitin, yang merupakan komponen utama dalam eksoskeleton serangga dan kulit udang, serta tergolong polisakarida dengan ikatan β -1,4-2-amino-2-deoxy-D-Glucopyranose dan berikatan dengan ikatan β -1,4 (Afolabi et al., 2022). Kitosan memiliki karakteristik pembentuk hidrogel yang baik, sehingga dapat melindungi dan menjaga struktur dari enkapsulat yang dihasilkan (Jiménez-Gómez & Cecilia, 2020). Selain itu, kitosan juga mampu bertindak menjaga dan meningkatkan efektifitas antikoolesterol suatu senyawa (Jayanti & Kusnadi, 2023). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk memperoleh kombinasi maltodekstrin dan kitosan terbaik sebagai penyalut enkapsulasi ekstrak rebung dan daun balakacida berdasarkan karakteristik enkapsulasi yang dihasilkan, serta menganalisis pengaruh enkapsulasi dengan metode *spray drying* terhadap efektifitas ekstrak rebung dan daun balakacida sebagai antikoolesterol.

1.2 Rumusan Masalah

Pemanfaatan herbal pangan menjadi solusi yang tepat salah satunya yakni ekstrak rebung dan daun balakacida yang dapat bertindak sebagai agen antikoolesterol. Tetapi viabilitas dan paparan oksigen menjadi salah satu faktor penyebab kerusakan senyawa tersebut. Upaya yang ditawarkan yakni menggunakan metode enkapsulasi dengan kombinasi penyalut maltodekstrin dan kitosan. Maltodekstrin memiliki karakteristik yang mampu melindungi senyawa aktif dari proses oksidasi, tetapi kurang stabil dalam membentuk kapsul, sehingga kombinasi kitosan yang memiliki karakteristik pembentuk hidrogel yang baik, dapat menjaga retensi dan stabilitas enkapsulan yang dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk melihat kombinasi penyalut maltodekstrin dan kitosan terbaik terhadap stabilitas dan efektifitas enkapsulasi ekstrak rebung dan daun balakacida sebagai antikoolesterol.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis pengaruh konsentrasi maltodekstrin dan kitosan terhadap karakteristik enkapsulan ekstrak rebung dan daun balakacida.
2. Menentukan konsentrasi maltodekstrin dan kitosan terbaik terhadap stabilitas enkapsulan ekstrak rebung dan daun balakacida.
3. Menganalisis pengaruh enkapsulasi ekstrak rebung dan daun balakacida dengan kombinasi penyalut maltodekstrin dan kitosan terhadap efektifitas penurunan kadar kolesterol tikus wistar.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat tambahan dalam peningkatan ilmu pengetahuan terkait kombinasi jenis penyalut maltodekstrin dan kitosan terbaik dalam menjaga stabilitas hasil enkapsulasi ekstrak rebung dan daun balakacida yang dapat bertindak sebagai sediaan antikoolesterol.

BAB II. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga Juli 2024 di Laboratorium Terpadu Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang; Laboratorium Mikrostruktur, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia; Laboratorium Kimia Analisa dan Pengawasan Mutu Pangan, Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Pangan dan Laboratorium Pengembangan Produk, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *spray dryer*, *moisture analyzer*, *viscometer*, *colorimeter*, timbangan analitik, oven, evaporator, ultrasonikasi, *sentrifuge*, grinder, *hotplate*, *soxhlet*, penyaring vakum, *scanning electron microscope*, gelas kimia, gelas ukur, labu ukur, *magnetic stirrer*, erlenmeyer, tabung reaksi, rak tabung reaksi, batang pengaduk, ayakan 100 mesh, desikator, corong *buchner*, labu semprot, pipet ukur dan *bulb*.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu rebung, daun balakacida, akuades, maltodekstrin, kitosan, tween 80, etanol 70%, heksana, kertas saring *whatmann* no. 42, kain gelap, kuisioner, plastik cetik dan tisu.

2.3 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan formulasi perbandingan jenis dan konsentrasi penyalut maltodekstrin dan kitosan. Perbandingan ekstrak dan penyalut yakni 1:4. Akuades digunakan sebanyak 2,5 kali jumlah penyalut dan ekstrak sampel, serta konsentrasi tween 80 yang digunakan yakni 3% dari konsentrasi (ekstrak sampel, penyalut dan akuades). Konsentrasi ekstrak rebung dan ekstrak daun balakacida diperoleh dari data konsentrasi terbaik hasil uji *in vivo* pada riset program kreativitas mahasiswa (PKM, 2023) yakni 70% ekstrak rebung dan 30% ekstrak daun balakacida.

Tabel 1. Matriks Perlakuan Perbandingan Maltodekstrin dan Kitosan

Perlakuan	Maltodekstrin (%)	Kitosan (%)
A1	95	5
A2	90	10
A3	85	15

Tabel 2. Formulasi Enkapsulasi Ekstrak Rebung dan Balakacida dalam gram

Perlakuan	Ekstrak (g)	Maltodekstrin (g)	Kitosan (g)	Tween 80 (mL)	Akuades (mL)
A1	10	38	2	5,25	125
A2	10	36	4	5,25	125
A3	10	34	6	5,25	125

2.3.1 Tahap Penelitian

Tahap awal pembuatan ekstrak rebung dan daun balakacida dengan metode *solvent extraction* menggunakan pelarut etanol 70% berdasarkan konsentrasi terbaik hasil uji in vivo Program Kreativitas Mahasiswa (PKM, 2023), yang akan dilanjutkan dengan pembuatan campuran ekstrak, penyalut dan akuades dengan berbagai perlakuan. Campuran yang diperoleh akan diuji tingkat viskositas atau kekentalan yang dihasilkan. Pengujian dilanjutkan dengan proses Enkapsulasi menggunakan metode *Spray Drying*. Adapun perlakuan matriks serta formulasi penyalut dan konsentrasi ekstrak dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Hasil Enkapsulasi yang diperoleh selanjutnya akan dilakukan pengujian terhadap kadar air, stabilitas kelembaban, intensitas warna, morfologi dan ukuran partikel, kelarutan dalam air dan rendemen enkapsulasi. Berdasarkan pengujian tersebut, akan diperoleh satu perlakuan terbaik berdasarkan perhitungan indeks efektivitas, yang nantinya dilanjutkan untuk uji in vivo pada tikus wistar yang dibandingkan dengan perlakuan kontrol A0 (ekstrak tanpa enkapsulasi).

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Pembuatan Bubuk Rebung

Rebung dipotong dan diiris kecil-kecil lalu dicuci dan dilakukan *pre-treatment* dengan perebusan pada suhu 60°C selama 15 menit. Selanjutnya, rebung ditiriskan dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C hingga kering. Setelah itu, dihaluskan menggunakan grinder. Kemudian, diayak menggunakan ayakan 100 mesh untuk memperoleh serbuk yang seragam.

2.4.2 Pembuatan Bubuk Balakacida

Daun balakacida dicuci hingga bersih. Selanjutnya, dijemur di bawah sinar matahari hingga kering. Kemudian, daun balakacida dihaluskan menggunakan grinder hingga menjadi bubuk. Setelah itu, diayak menggunakan ayakan 100 mesh untuk memperoleh serbuk yang seragam.

2.4.3 Ekstraksi Maserasi (Lezoul et al., 2020)

Sebanyak 100 g bubuk rebung atau balakacida ditimbang, lalu ditambahkan 400 ml etanol 70%. Larutan sampel kemudian ditutup menggunakan kain gelap selama 3×24 jam lalu disaring untuk dipisahkan antara filtrat dan residunya. Residu yang diperoleh kemudian di remaserasi kembali menggunakan 400 ml etanol 70% selama 3×24 jam. Selanjutnya, disaring dan filtrat yang diperoleh dievaporasi pada suhu 50°C hingga diperoleh ekstrak kental.

2.4.4 Enkapsulasi dengan *Spray Dryer* (Samborska et al., 2021)

Metode enkapsulasi dimodifikasi dari metode Samborska et al., (2021) yang melakukan perbandingan terhadap penyalut yang digunakan. Enkapsulasi dilakukan dengan tahapan, campuran dibuat dengan

menambahkan ekstrak dan tween 80 serta bahan penyalut dengan konsentrasi sesuai perlakuan pada Tabel 04. Selanjutnya, ditambahkan akuades sebanyak 2,5 kali konsentrasi ekstrak dan penyalut, lalu dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit. Kemudian, dihomogenkan kembali menggunakan *Ultra Turrax* dengan kecepatan 24.000 rpm selama 30 menit. Setelah itu, enkapsulasi dilakukan menggunakan metode *spray drying* dengan *pump speed* 3 mL/menit, serta suhu inlet 130°C dan suhu outlet 60-70 °C hingga diperoleh enkapsulasi.

2.5 Parameter Pengujian

2.5.1 Viskositas (Sirait et al., 2022)

Campuran tiap perlakuan sebelum dienkapsulasi dituang ke dalam gelas kimia. Setelah itu, batang spindel yang digunakan dikalibrasi dan dipasang pada viskometer. Selanjutnya, viskositas larutan tiap perlakuan diukur viskositasnya menggunakan viskometer dengan kecepatan 30 rpm dan rotor 1. Data viskositas yang tampil pada layar, dicatat pada tabel yang telah disediakan.

2.5.2 Rendemen Enkapsulasi (Kunarto & Iswoyo, 2021)

Rendemen enkapsulasi dihitung berdasarkan perbandingan antara massa enkapsulasi setelah dikeringkan dengan *spray dryer* dalam satuan gram (m_1) dengan massa bahan enkapsulasi sebelum dikeringkan dengan *spray dryer* dalam satuan gram (m_2). Setelah diperoleh massa dari kedua enkapsulasi selanjutnya, dikali dengan 100% untuk memperoleh persentase rendemen enkapsulasi dari tiap perlakuan. Adapun persamaan perhitungan rendemen Enkapsulasi, yakni:

$$\%Rendemen = \frac{m_2}{m_1} \times 100\%$$

Keterangan:

m_1 = Massa enkapsulasi sebelum *spray dryer* (g)

m_2 = Massa enkapsulasi setelah *spray dryer* (g)

2.5.3 Uji Kadar Air (Tao et al., 2023)

Kadar air enkapsulasi diukur menggunakan *moisture analyzer* yang telah dikalibrasi sebelumnya. suhu serta mode *moisture analyzer* diatur melalui *operation panel*. Selanjutnya, pan dimasukkan ke dalam *moisture analyzer* dan sampel enkapsulasi ditimbang sebanyak 3 g. Lalu, *moisture analyzer* ditutup dan memulai pengukuran dengan menekan tombol *Start* hingga diperoleh persentase kadar air.

2.5.4 Stabilitas Peningkatan Kadar Air (Evelyne, 2021)

Stabilitas kadar air diuji menggunakan *moisture analyzer*. Kadar air awal (Minggu Ke-0) sampel diukur menggunakan *moisture analyzer*, lalu catat hasil yang diperoleh. Selanjutnya, sampel enkapsulasi disimpan dalam wadah tertutup dan dilakukan penyimpanan pada suhu ruang selama 4 minggu. Kadar air akhir enkapsulasi diukur pada Minggu Ke-4.

Data yang diperoleh kemudian dilanjutkan dengan perhitungan peningkatan kadar air tiap minggunya menggunakan persamaan:

$$\text{Peningkatan kadar air} = X_{\text{akhir}} - X_{\text{awal}}$$

Keterangan:

X_{akhir} = Kadar air akhir

X_{awal} = Kadar air awal

2.5.5 Intensitas Warna (Afifah et al., 2019)

Intensitas warna Enkapsulasi diujikan menggunakan kolorimeter. Sampel dimasukkan ke dalam plastik cetik hingga tidak terdapat rongga udara. Selanjutnya, alat kolorimeter ditempelkan pada sampel. Intensitas warna yang dihasilkan diukur dengan standar putih. Intensitas warna dihitung dengan persamaan:

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_s)^2 + (a - a_s)^2 + (b - b_s)^2}$$

Keterangan:

ΔE = Intensitas warna

L = *Lightness* sampel

L_s = *Lightness* standar

a = Warna merah-hijau sampel

a_s = Warna merah-hijau standar

b = Warna kuning-biru sampel

b_s = Warna kuning-biru standar

2.5.6 Analisis Morfologi dan Ukuran Partikel (Duraisamy et al., 2023)

Analisis morfologi enkapsulasi dilakukan dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Enkapsulasi tiap perlakuan ditempelkan pada holder menggunakan dotile. Selanjutnya, dimasukkan ke vakum evaporator. Kemudian, holder dipijar dengan kevakuman tertentu hingga terjadi pelapisan pada bahan oleh uap emas. Setelah itu, holder dimasukkan ke dalam instrumen SEM untuk dianalisis morfologi enkapsulasi.

2.5.7 Kelarutan dalam Air

Sebanyak 0,17 g sampel enkapsulasi ditambahkan 10 ml akuades dan dihomogenkan selama 10 detik. Setelah itu, dipanaskan pada suhu 85°C selama 30 menit sambil diaduk secara kontinyu pada menit pemanasan 5, 15 dan 25 menit, lalu didinginkan. Kemudian, disentrifugasi selama 20 menit dengan kecepatan 4000 rpm. Supernatan yang diperoleh selanjutnya dipindahkan ke cawan porselen dan dikeringkan pada oven dengan suhu 105°C hingga diperoleh berat konstan. Persentase kelarutan dalam air dihitung dengan persamaan:

$$S\% = \frac{\text{berat supernatan kering (g)}}{\text{berat sampel awal (g)}} \times 100\%$$

2.5.8 Penentuan Perlakuan Terbaik (Lisnawati et al., 2023)

Penentuan perlakuan terbaik menggunakan metode indeks efektivitas DeGarmo. Metode tersebut dilakukan dengan mengurutkan tiap parameter pengujian sesuai dengan tingkat kepentingan yang disesuaikan dengan kondisi yang paling baik berdasarkan sampel enkapsulasi. Tiap ranking yang diberikan, memiliki bobot dengan rentang 0 hingga 1. Perlakuan terbaik, diperoleh berdasarkan hasil dengan nilai produk tertinggi. Perhitungan penentuan perlakuan terbaik menggunakan persamaan:

$$BN = \frac{\text{Skor Perlakuan}}{\text{Total Skor perlakuan}}$$

$$NE = \frac{\text{Nilai perlakuan} - \text{Nilai terburuk}}{\text{Nilai terbaik} - \text{Nilai terburuk}}$$

$$NP = BN \times NE$$

Keterangan:

BN = Bobot Nilai

NE = Nilai Efektivitas

NP = Nilai Produk.

2.5.9 In Vivo (Walid et al., 2023)

Pengujian in vivo terhadap kadar kolesterol tikus wistar diawali dengan mengadaptasikan tikus dengan kondisi ruangan serta diberi makan dan minum selama 5 hari. Setelah itu, tikus dipuasakan dan hanya diberi minum selama 8 jam. Kemudian, diukur kadar kolesterol awal tikus dari tiap kelompok. Selanjutnya, tikus diinduksi dengan kuning telur selama 3 hari, lalu diukur peningkatan kolesterol tikus. Lalu, diberikan induksi perlakuan sebanyak 15mg/Kg berat badan tikus, selama 3 hari yakni A0 (ekstrak tanpa enkapsulasi) serta ekstrak rebung dan daun balakacida hasil enkapsulasi. Setelah itu, diukur penurunan dan persentase penurunan kolesterol tikus, dengan persamaan:

$$\text{Penurunan Kolesterol} = C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}$$

$$\% \text{Penurunan Kolesterol} = \frac{C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}}{C_{\text{awal}}} \times 100\%$$

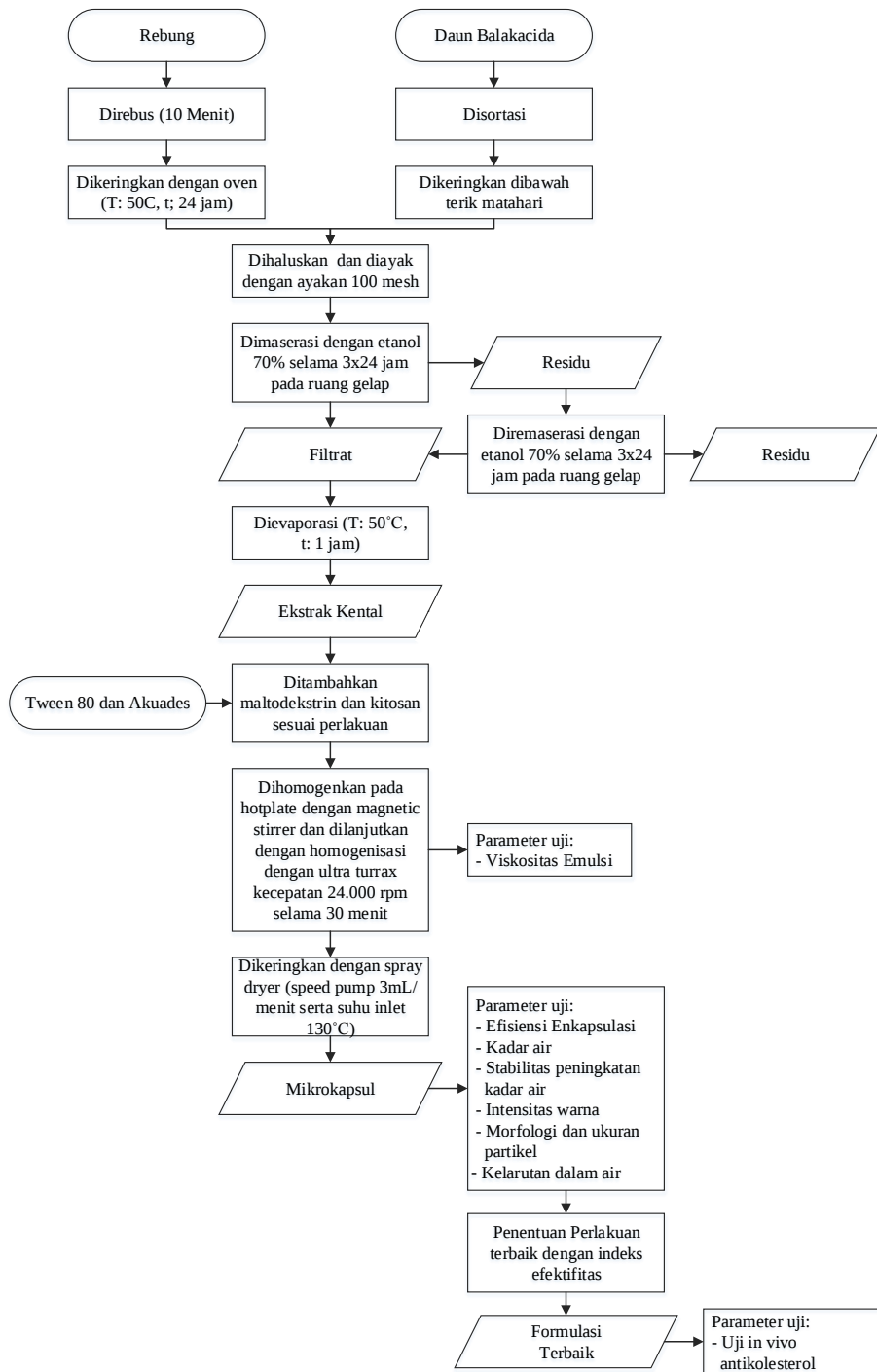
Keterangan:

C_{awal} = Kadar Kolesterol awal

C_{akhir} = Kadar kolesterol akhir

2.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *software* SPSS 16.0 dengan metode *Analysis of Variance* (ANOVA), Apabila hasil yang diperoleh berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada pengujian karakteristik enkapsulat. Sedangkan, pengujian in vivo terhadap penurunan kolesterol menggunakan *independent T-test*.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Encapsulasi Ekstrak Rebung dan Daun Balakacida