

**ENKAPSULASI EKSTRAK KULIT RAMBUTAN (*Nephelium lappaceum*)  
SEBAGAI PENGAWET ALAMI PRODUK PANGAN**

**Kerina Muli Sitepu**

**NIM. G31116313**



**Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan**

**Departemen Teknologi Pertanian**

**Fakultas Pertanian**

**Universitas Hasanuddin**

**Makassar**

**2022**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : Enkapsulasi Ekstrak Kulit Rambutan (*Nephelium lappaceum*) Sebagai Pengawet Alami Produk Pangan

Nama : KERINA MULI SITEPU

Stambuk : G 311 16 313

Menyetujui ;

**Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta**  
Pembimbing I

**Dr. rer. nat. Zainal, STP., M.Food.Tech**  
Pembimbing II



Mengetahui,

**Dr. Februadi Bastian, STP., M.Si**  
Ketua Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan

## DEKLARASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul “Enkapsulasi Ekstrak Kulit Rambutan (*Nephelium lappaceum*) Sebagai Pengawet Alami Produk Pangan” benar adalah karya saya dengan arahan tim pembimbing, belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Saya menyatakan bahwa, semua sumber informasi yang digunakan telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Makassar, Oktober 2022



Kerina Muli Sitepu  
G31116313

## ABSTRAK

KERINA MULI SITEPU (NIM. G31116313). Enkapsulasi Ekstrak Kulit Rambutan (*Nephelium lappaceum*) Sebagai Bahan Pengawet Produk Pangan. Dibimbing oleh META MAHENDRADATTA dan ZAINAL.

**Latar Belakang:** Kulit rambutan merupakan salah satu limbah hasil pertanian yang belum banyak dimanfaatkan dan mengandung beberapa macam metabolit sekunder yang memiliki sifat antimikroba. Pemanfaatan antimikroba pada kulit rambutan dapat dilakukan dengan memproses kulit rambutan sebagai bahan pengawet makanan. Namun, senyawa metabolit sekunder mudah rusak akibat reaksi dengan cahaya, air, udara, dan panas.. Salah satu cara untuk mencegah hal tersebut adalah dengan enkapsulasi. **Tujuan:** Tujuan penelitian ini ada dua, yaitu mengetahui jenis senyawa aktif yang terkandung di dalam ekstrak kulit rambutan dan mengetahui jenis enkapsulan terbaik pada enkapsulasi ekstrak kulit rambutan berdasarkan perubahan konsentrasi metabolit sekunder dan aktivitas antibakteri dalam waktu satu bulan penyimpanan **Metode:** Penelitian ini terdiri dari dua tahap, tahap pertama yaitu ekstraksi kulit rambutan metode maserasi dan tahap kedua adalah enkapsulasi ekstrak kulit rambutan metode *thin layer drying*. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktorial menggunakan dua faktor, faktor pertama adalah jenis enkapsulan (maltodekstrin, gum arab, dan gelatin) dan faktor kedua lama penyimpanan (0, 1, 2, 3 dan 4 minggu). Parameter pengujian yang digunakan adalah pengukuran kadar air, flavonoid, tanin, saponin dan aktivitas antibakteri setiap minggu selama satu bulan penyimpanan **Hasil:** Ekstrak kulit rambutan yang dihasilkan memiliki rendemen 28,10% dan diketahui mengandung flavonoid, tanin dan saponin. Enkapsulasi ekstrak kulit rambutan menggunakan enkapsulan maltodekstrin, gum arab dan gelatin masing-masing memiliki rendemen 94,83%, 91,43% dan 86,80%. Selama penyimpanan, kadar air ekstrak yang tidak terenkapsulasi mengalami peningkatan tertinggi sebesar 73,98% dan maltodekstrin mengalami peningkatan terendah sebesar 15,89%. Kadar flavonoid keempat sampel selama penyimpanan mengalami penurunan lebih dari 50% dan ekstrak yang tidak terenkapsulasi memiliki penurunan paling rendah sebesar 67,78%. Ekstrak terenkapsulasi gelatin mengalami penurunan kadar tanin yang tertinggi selama penyimpanan sebesar 39,44%, sementara ekstrak yang tidak terenkapsulasi mengalami penurunan kadar saponin tertinggi sebesar 35,49%. Kekuatan daya hambat ekstrak terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* selama penyimpanan tergolong lemah (diameter zona inhibisi  $\leq 5$  mm) dan tidak berubah meski diameter zona hambat ekstrak mengalami fluktuasi selama penyimpanan. Sementara itu, hanya ekstrak terenkapsulasi maltodekstrin yang masih memiliki daya hambat terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* pada minggu ke-2 dengan zona inhibisi yang terbentuk sebesar 0,50 mm.. **Kesimpulan:** Enkapsulasi ekstrak kulit rambutan mampu mempertahankan kadar tanin dan saponin selama penyimpanan, namun tidak mampu mempertahankan kadar flavonoid ekstrak selama penyimpanan. Penggunaan maltodekstrin sebagai enkapsulan mampu menurunkan dan menekan kadar air ekstrak selama penyimpanan, namun penggunaan gum arab dan gelatin lebih baik dalam mempertahankan kadar senyawa aktif yang terkandung pada ekstrak kulit rambutan selama penyimpanan.

**Kata Kunci:** Ekstrak, Enkapsulasi, Gelatin, Gum arab, Kulit rambutan, Maltodekstrin.

## ABSTRACT

KERINA MULI SITEPU (NIM. G31116313). Encapsulation of Rambutan Peel Extract (*Nephelium lappaceum*) As a food preservative. Supervised by META MAHENDRADATTA and ZAINAL.

**Background:** Rambutan peel is one of the agricultural waste that rarely used and contains several active compounds which have antimicrobial properties. The antimicrobial properties of rambutan peel can be used as a food preservative. However, these active compounds are easily damaged by reactions with air, heat, light and water. The damage to these compounds can be prevented by encapsulating the extract. **Aim:** There were two objectives of this study, which were to find out types of active compounds that contained in rambutan peel extract and to find out the best coating material for encapsulation of rambutan peel extract. **Method:** This research consisted of two stages, the first stage was extraction of rambutan peel using maceration and the second stage was encapsulation of rambutan peel extract using thin layer drying method. This study used a completely randomized factorial design using two factors, the first factor was the coating material (maltodextrin, gum arabic, and gelatin) and the second factor was storage time (0, 1, 2, 3 and 4 weeks). Test parameters used were the moisture content, bioactive content (flavonoids, tannins, saponins) and antibacterial activity. **Results:** Rambutan peel extract has a yield of 28.10% and contain flavonoids, tannins and saponins. During storage, the moisture content of the unencapsulated extract had the highest increase by 73.98% and maltodextrin had the lowest increase by 15.89%. The flavonoid content of the four samples during storage decreased by more than 50% and the unencapsulated extract had the lowest decrease by 67.78%. The gelatin encapsulated extract experienced the highest decrease in tannin content during storage of 39.44%, while the unencapsulated extract experienced the highest decrease in saponin content of 35.49%. The inhibitory power of the extract against *Staphylococcus aureus* bacteria during storage was classified weak (diameter of inhibition zone  $\leq 5$  mm) and did not change even though the inhibition zone of the extract fluctuated during storage. Meanwhile, only maltodextrin encapsulated extract still had inhibition against *Eschericia coli* until the 2<sup>nd</sup> week with an inhibition zone formed of 0.50 mm. **Conclusion:** The encapsulation of rambutan peel extract was able to maintain the levels of tannins and saponins during storage, but not on flavonoids. The use of maltodextrin as coating material was able to reduce and suppress the moisture content of the extract during storage, but the use of gum arabic and gelatin was better in maintaining the levels of active compounds contained in the rambutan peel extract during storage.

**Keywords:** Encapsulation, Extract, Gelatin, Gum arabic, Maltodextrin, Rambutan peel.

## PERSANTUNAN

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan kesehatan, kekuatan dan kemudahan untuk penulis menyelesaikan skripsi berjudul **“Enkapsulasi Ekstrak Kulit Rambutan (*Nephelium lappaceum*) Sebagai Pengawet Alami Produk Pangan”** sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi guna mendapatkan gelar sarjana pada program strata satu (S1) Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Shalawat dan salam kepada junjungan nabi besar Muhammad Shallallaahu ‘Alaihi Wasallam, suri tauladan kita, yang menuntun kita dari jalan yang gelap gulita menuju jalan yang terang benderang seperti saat sekarang ini, dan yang selalu kita tunggu syafaatnya hingga hari akhir nanti.

Selain sebagai persyaratan sarjana, skripsi ini juga penulis jadikan sebagai wadah untuk memperlihatkan sikap ilmiah dan bernalar serta pengetahuan yang penulis dapatkan selama berkuliah di Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Hasanuddin. Selama satu tahun ini, penulis yakin telah melakukan upaya yang terbaik sekaligus sadar bahwa skripsi ini tentu memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat dibutuhkan oleh penulis. Penulis juga berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Di paragraf ini, penulis ingin berterimakasih kepada harta penulis yang paling berharga, karena penulis merasa canggung dan tidak percaya diri untuk mengungkapkannya secara langsung. Terimakasih kepada **Ganding Sitepu**, selaku ayah penulis yang memberi dukungan moral, finansial dan tidak memberi tekanan kepada penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi. Terimakasih kepada **Prasuri Kuswarini**, selaku ibu penulis yang memberi dukungan emosional, finansial dan memberi tekanan kepada penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi. Penulis sadar, besar keinginan penulis untuk membahagiakan kalian berdua tidak sebanding dengan usaha yang penulis lakukan selama ini. Dan lagi-lagi dengan tidak tahu diri penulis meminta kesabaran dari kalian berdua untuk percaya dan terus melihat proses penulis untuk terus maju meskipun sangat lamban. Terimakasih kepada **Suranta Muli Sitepu**, selaku adik penulis yang bersedia menjadi fotografer, pengemudi, serta asisten penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi.

Penulis juga ingin menyampaikan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan berbagai sumbangsih dalam penyusunan tugas akhir ini, diantaranya:

1. **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.** selaku Rektor Universitas Hasanuddin dan jajaran Wakil Rektor Universitas Hasanuddin;
2. **Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc** selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin beserta para wakil dekan **Dr. rer.nat. Zainal, STP.,M.FoodTech., Dr. Ir. Rismaneswati, SP., M.P., Dr. Ir. Mahyuddin, M.Sc;**
3. Ketua Departemen Teknologi Pertanian, **Dr. Suhardi, S.TP., MP** dan Ketua Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, **Februadi Bastian, STP., M.Si, Ph.D;**
4. **Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta** selaku pembimbing I dan **Dr.rer.nat. Ir. Zainal, S.TP., M. FoodTech.,** selaku pembimbing II yang senantiasa membimbing dan memberikan dukungan kepada penulis sejak rancana penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai;
5. **Seluruh Dosen Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan** yang membekali penulis dengan ilmu, wawasan, dan pengalaman;
6. Seluruh staf/pegawai akademik dan laboran, Ibu **Ir. Hj. Andi Nurhayati, M.Si.**, kak **Andi Rezky Annisa, S.Pi.**, Ibu **Hasmiyani, S.Si.**, Ibu **Harmia, S.Sos** dan kak **Nana;**

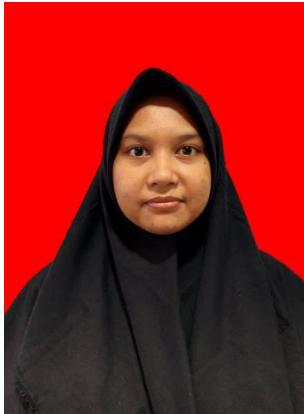
7. **Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATEPA)**, tempat mengasah kemampuan organisasi dan interpersonal penulis;
8. **Andi Dwi Ratna Kurniati, S.TP** yang membantu penulis mengumpulkan limbah kulit rambutan;
9. **Humaerah, S.TP** dan **Lisa Anggriani, S.TP** yang membantu menghilangkan kebingungan dan rasa canggung penulis di laboratorium pada saat awal-awal penelitian;
10. **Sunrixon Carmando, S.TP** yang memberi banyak saran dan tempat diskusi penulis selama penelitian;
11. **Andi Nur Fajri Suloi, S.TP** yang rela mencari kembali *logbook* penelitiannya (dan syukurnya berhasil ditemukan) untuk menjawab pertanyaan penulis;
12. Teman-teman yang penulis habiskan waktu bersama di laboratorium selama penelitian **Lisa Anggriani, S.TP., Humaerah, S.TP., Asmayana Iwo S.TP., Nurdian Fitriana, S.TP., Ayu azkiyah, Widya Hastuti Handoko, S.TP., Nur Asia, S.TP, Andi Auliana Bakkarang, S.TP, Musdalifah, S.TP, Nurul Fitriani Syam, Fitri Kinanti, dan kak Ria, S.TP.** Terimakasih atas bantuannya, diskusinya, gorengannya, gosipnya, dan keluh kesahnya;
13. Terimakasih kepada **Meysi Azkiyah, S.TP, Muthahharah Thalib, Salsabila Luthfiani, S.TP., Ariani Rumasari, S.TP, Andi Nur Fajri Suloi, S.TP, dan Nurul Fitriani Syam** yang telah mengundang penulis di grup *whatsapp* “dalang pelo” dan membuat suasana perkuliahan penulis jadi berwarna dan menyenangkan;
14. Terimakasih kepada teman-teman **ITP 16** dan **Reaktor 16** yang juga memberikan berbagai macam warna dan corak di perkuliahan penulis;
15. **Kak Dewi Nur Mawaddah Umar, S.TP** dan **kak Sitti Syuhada Dwi Arista, S.TP.,** terimakasih telah mengajak penulis untuk bergabung dengan tim CAIRMEN LUBIS sehingga penulis merasa benar-benar berkegiatan layaknya mahasiswa;
16. **Ainun Magfirah, Nur Ayda** dan **Ainun Ajeng Umi Kalsum,** teman masa sekolah penulis yang memberi tekanan dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir;
17. Terimakasih kepada tempat pelarian penulis, **Chika Kudo, Satowa Hozuki, Kakushi Goto, Zhou Siyue, Din Xian, Michael Scott, Park Joon Young, Chae Song Ah,** dan **Zuko.** Dari banyaknya pelarian yang penulis lakukan, kalianlah yang membuat penulis kembali bersemangat melanjutkan penelitian dan penyusunan skripsi;
18. *Last but not least,* semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan studinya dalam bentuk apapun.

Penulis sadar, ucapan terimakasih belum cukup untuk membalas jasa-jasa yang telah kalian lakukan. Sekali lagi terimakasih, semoga Allah Subhanahu Wa Ta’ala senantiasa menyelimuti kita dengan Rahman dan Rahim-Nya. Akhir kata, semoga karya ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, terkhusus pada perkembangan Ilmu dan Teknologi Pangan. *Aamiin.*

Makassar, Oktober 2022

Kerina Muli Sitepu

## RIWAYAT HIDUP



Kerina Muli Sitepu (kerina) lahir di Ujung Pandang, 12 April 1998. Anak pertama dari Ganding Sitepu dan Prasuri Kuswarini.

Pendidikan formal yang telah ditempuh:

1. Sekolah Dasar (SD) Islam Athirah Bukit Baruga, Makassar
2. Sekolah Menengah Pertama (SMP) Islam Athirah Bukit Baruga, Makassar
3. Sekolah Menengah Atas (SMA) Islam Athirah Bukit Baruga, Makassar

Penulis memasuki jenjang perguruan tinggi pada tahun 2016. Penulis tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Selama perkuliahan, penulis cukup aktif secara akademik. Penulis pernah menjadi peserta PIMNAS 31 dan aktif menjadi asisten praktikum Aplikasi Mikrobiologi dan Keamanan Pangan (2019), Bioteknologi Pangan (2020), dan Kimia Analitik (2020).

Penulis pernah menjadi anggota departemen Data dan Informasi Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATEPA) pada tahun 2017. Kemudian penulis menjabat sebagai ketua departemen Data dan Informasi HIMATEPA (2018-2019). Pada tahun 2019, penulis menjadi ketua Bidang Pengembangan Komunitas Agroindustri HIMATEPA.



## DAFTAR ISI

DEKLARASI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
PERSANTUNAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.3.1. Tujuan Umum.....	3
1.3.2. Tujuan Khusus.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Kulit Rambut.....	4
2.2. Metabolit Sekunder.....	5
2.2.1. Kelompok Terpen atau Terpenoid.....	6
2.2.2. Kelompok Fenolik.....	7
2.2.3. Tanin.....	8
2.2.4. Kelompok Glikosida.....	9
2.2.5. Kelompok yang Mengandung Nitrogen.....	10
2.3. Ekstraksi.....	10
2.4. Enkapsulasi.....	11
2.5. Maltodekstrin.....	13
2.6. Gum Arab.....	14
2.7. Gelatin.....	15
2.8. Antibakteri.....	16
3. METODE.....	18
3.1. Waktu dan Tempat.....	18
3.2. Alat dan Bahan.....	18
3.3. Prosedur Penelitian.....	19
3.4. Desain Penelitian.....	21

3.5.	Rancangan Penelitian .....	21
3.6.	Parameter Pengujian.....	22
3.6.1.	Pengujian Kualitatif Metabolit Sekunder Ekstrak Kulit Rambutan.....	22
3.6.2.	Pengujian Kadar Air (AOAC, 2005) .....	23
3.6.3.	Pengujian Kuantitatif Flavonoid (Lau et al., 2018) .....	23
3.6.4.	Pengujian Kuantitatif Tanin (Haile & Kang, 2019).....	23
3.6.5.	Pengujian Kuantitatif Saponin (Le et al., 2018) .....	24
3.6.6.	Pengujian Aktivitas Antimikroba (Mulyadi et al., 2017) dengan Modifikasi ...	25
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	26
4.1.	Penyiapan Bubuk Kulit Rambutan.....	26
4.2.	Ekstraksi Kulit Rambutan .....	26
4.3.	Uji Kualitatif Metabolit Sekunder Ekstrak Kulit Rambutan.....	28
4.4.	Enkapsulasi Ekstrak Kulit Rambutan.....	31
4.5.	Stabilitas Ekstrak Kulit Rambutan Terenkapsulasi Selama Penyimpanan .....	34
4.5.1.	Kadar Air .....	34
4.5.2.	Total Flavonoid.....	37
4.5.3.	Total Tanin.....	38
4.5.4.	Total Saponin.....	40
4.5.5.	Aktivitas Antibakteri.....	42
5.	KESIMPULAN .....	49
	DAFTAR PUSTAKA .....	50
	LAMPIRAN.....	58

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Metode Ekstraksi dan Prinsipnya (Julianto, 2019) .....	11
Tabel 2. Jenis Bahan Penyalut yang Digunakan pada Proses Enkapsulasi (Yudha, 2008) .....	12
Tabel 3. Metode Enkapsulasi (Timilsena et al., 2020) .....	13
Tabel 4. Rendemen Ekstrak Kulit Rambutan .....	28
Tabel 5. Hasil Pengujian Kualitatif Metabolit Sekunder Ekstrak Kulit Rambutan .....	28
Tabel 6. Enkapsulat Ekstrak Kulit Rambutan.....	33
Tabel 7. Hasil Pengujian Konsentrasi Hambat Minimum Ekstrak Etanol Kulit Rambutan ....	44

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Buah Rambutan dan Bagian Kulit Rambutan .....	4
Gambar 2. Klasifikasi Terpen Berdasarkan Jumlah Unit Isoprena. Sumber: Julianto (2019)...	6
Gambar 3. Struktur Fenilpropanoid Secara Umum .....	7
Gambar 4. Pengelompokkan Flavonoid. Sumber: Panche et al. (2016) .....	8
Gambar 5. Pengelompokkan Tanin. Sumber: Khanbabaee dan Ree (2001).....	9
Gambar 6. Pengelompokkan Glikosida .....	9
Gambar 7. Ragam Jenis Morfologi Partikel Enkapsulat. Sumber: Silva dan Meireles (2014)	12
Gambar 8. Struktur Maltodekstrin. Sumber: Guntero et al. (2020).....	14
Gambar 9. Struktur Gum Arab. Sumber: Cissé et al. (2020).....	15
Gambar 10. Struktur Molekul Gelatin. Sumber: Alihosseini (2016).....	16
Gambar 11. Skema Tahapan Penelitian .....	20
Gambar 12. Grafik Perubahan Kadar Air Ekstrak Kulit Rambutan Selama Penyimpanan.....	35
Gambar 13. Pengaruh (A) Jenis Enkapsulan dan (B) Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Flavonoid Ekstrak .....	37
Gambar 14. Grafik Perubahan Total Tanin Ekstrak Selama Penyimpanan.....	39
Gambar 15. Grafik Perubahan Total Saponin Ekstrak Selama Penyimpanan .....	41
Gambar 16. Grafik Perubahan Diameter Zona Bening Ekstrak terhadap Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> Selama Penyimpanan .....	45
Gambar 17. Grafik Perubahan Diameter Zona Bening Ekstrak terhadap Bakteri <i>Eschericia coli</i> Selama Penyimpanan .....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Rendemen Ekstrak Kulit Rambutan.....	58
Lampiran 2. Perhitungan Rendemen Enkapsulat Ekstrak Kulit Rambutan.....	58
Lampiran 3. Kadar Air Ekstrak Selama Penyimpanan .....	59
Lampiran 4. Kadar Flavonoid Ekstrak Selama Penyimpanan .....	62
Lampiran 5. Kadar Tanin Ekstrak Selama Penyimpanan .....	65
Lampiran 6. Kadar Saponin Ekstrak Selama Penyimpanan .....	69
Lampiran 7. Diameter Zona Hambat Ekstrak Terhadap <i>Staphylococcus aureus</i> Selama Penyimpanan.....	73
Lampiran 8. Diameter Zona Hambat Ekstrak Terhadap <i>Eschericia coli</i> Selama Penyimpanan.....	76
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian.....	79

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Rambutan (*Nephelium lappaceum*) merupakan salah satu tanaman tropis yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Hal ini karena buah rambutan memiliki rasa yang manis sehingga digemari oleh masyarakat Indonesia. Namun, sampai saat ini pemanfaatan rambutan terbatas pada daging buah saja, padahal bagian lain tanaman rambutan memiliki khasiat yang bermanfaat untuk kesehatan, salah satunya pada bagian kulit rambutan.

Kulit rambutan merupakan limbah dari hasil pemanfaatan daging buah rambutan. Limbah kulit rambutan jarang dimanfaatkan, padahal kulit rambutan mengandung zat antimikroba yang biasa dimanfaatkan sebagai obat dan antibiotik. Penelitian Kusumaningrum (2012) menyebutkan bahwa ekstrak kulit rambutan memiliki aktivitas antimikroba pada bakteri gram positif dan didukung oleh Alina et al (2017), yang meneliti tentang aktivitas antimikroba ekstrak kulit rambutan pada bakteri *Eschericia coli* sebagai bakteri gram negatif.

Beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kusumaningrum (2012), Zulhipri et al (2012) dan Monrroy et al (2020), menyatakan bahwa kulit rambutan banyak mengandung metabolit sekunder seperti steroid, terpenoid, fenolik, flavonoid, tanin dan saponin. Senyawa-senyawa tersebut memiliki sifat antimikroba sehingga dapat dimanfaatkan sebagai obat, antibiotik, pestisida, larvasida dan pengawet makanan. Beberapa mekanisme kerja metabolit sekunder sebagai antibakteri yaitu menyebabkan kebocoran protein dan enzim dari dalam sel, menurunkan tegangan permukaan dinding sel bakteri dan merusak permeabilitas membran. Rusaknya membran sel ini sangat mengganggu kelangsungan hidup bakteri (Ibrahim et al., 2013; Sari et al., 2019; Thitilertdecha et al., 2008).

Meskipun telah banyak dipaparkan hasil aktivitas antimikroba pada ekstrak kulit rambutan, namun masih sedikit yang sampai pada pengaplikasian terhadap produk pangan. Penelitian-penelitian sebelumnya lebih mengarah pada pembuatan obat dan antibiotik. Seperti pada

penelitian Rahayu dan Sri (2008) mengenai pembuatan saponin dari ekstrak lidah buaya sebagai antibiotik, padahal kegunaan zat antimikroba tidak terbatas sebagai antibiotik. Zat antimikroba juga dapat diaplikasikan sebagai bahan pengawet pada produk pangan, mengingat Indonesia masih memiliki banyak kasus mengenai pemakaian pengawet berbahaya pada beberapa produk pangan.

Terdapat beberapa kendala dalam memanfaatkan senyawa-senyawa metabolit sekunder, salah satu di antaranya adalah mudah rusak. Senyawa-senyawa metabolit sekunder rentan rusak akibat reaksi dengan air, udara, panas dan cahaya. Salah satu metode untuk mencegah hal tersebut terjadi adalah dengan enkapsulasi. Enkapsulasi adalah teknik penyalutan bahan inti dengan bahan pengisi khusus untuk menjaga kualitas bahan inti baik secara fisik maupun kimia. Keberhasilan enkapsulasi dipengaruhi oleh jenis bahan penyalut yang digunakan, prinsip enkapsulasi yang digunakan dan medium enkapsulasi yang digunakan (Yudha, 2008).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini hadir untuk mengaplikasikan kulit rambutan sebagai bahan pengawet makanan dan sebagai solusi atas penggunaan bahan pengawet berbahaya bagi produk pangan. Penelitian ini juga bertujuan memanfaatkan limbah kulit rambutan menjadi produk pengawet makanan. Pembuatan pengawet produk pangan dari kulit rambutan diharapkan dapat digunakan untuk berbagai macam produk pangan.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Kulit rambutan merupakan salah satu limbah hasil pertanian yang belum banyak dimanfaatkan. Padahal diketahui kulit rambutan mengandung beberapa macam metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, alkaloid, terpenoid, steroid dan saponin sehingga kulit rambutan dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang. Studi tentang pemanfaatan kulit rambutan sebagai bahan pengawet pada produk pangan masih sedikit dilakukan. Pemanfaatan antimikroba pada kulit rambutan dapat dilakukan dengan memproses kulit rambutan sebagai pengawet bahan pangan. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efektivitas kulit rambutan sebagai pengawet adalah

stabilitas senyawa metabolit sekunder yang mudah rusak akibat reaksi dengan udara, panas, cahaya dan air. Salah satu cara untuk mencegah hal tersebut adalah dengan enkapsulasi. Efektivitas enkapsulasi dapat dilihat dari jenis enkapsulan yang digunakan. Oleh karena itu jenis enkapsulan pada proses enkapsulasi perlu diketahui.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1. Tujuan Umum**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui stabilitas ekstrak kulit rambutan yang dienkapsulasi dan yang tidak dienkapsulasi selama penyimpanan.

#### **1.3.2. Tujuan Khusus**

1. Untuk mengetahui jenis metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak kulit rambutan
2. Untuk mengetahui jenis penyalut terbaik pada enkapsulasi ekstrak kulit rambutan berdasarkan perubahan konsentrasi metabolit sekunder dan aktivitas antibakteri dalam waktu satu bulan penyimpanan.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat untuk pengembangan bahan pengawet sebagai solusi penggunaan pengawet berbahaya serta sebagai langkah pengolahan limbah pertanian khususnya tanaman rambutan yang belum dimanfaatkan secara maksimal.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Kulit Rambutan

Kulit rambutan merupakan bagian terluar dari rambutan dan berfungsi untuk melindungi daging buah. Kulit rambutan terdiri dari eksokarp dan mesokarp. Eksokarp merupakan bagian kulit terluar yang berbentuk seperti rambut. Warnanya akan berubah secara bertahap dari hijau ke kuning hingga merah sesuai tingkat kematangan buah. Mesokarp berwarna putih, permukaannya licin dan berbatasan langsung dengan daging buah. Kulit rambutan terbentuk dari hasil perkembangan perikarp (dinding ovari) selama pembentukan buah dari bunga (Puslitbang Hortikultura, 2014)



Gambar 1. Buah Rambutan dan Bagian Kulit Rambutan

Kulit rambutan diketahui mengandung senyawa-senyawa yang dapat dimanfaatkan, mulai dari bidang kesehatan hingga pertanian. Senyawa-senyawa tersebut merupakan metabolit sekunder, yaitu steroid, terpenoid, fenolik, flavonoid, tanin dan saponin. Senyawa-senyawa tersebut memiliki sifat antioksidan dan antimikroba sehingga dapat dimanfaatkan sebagai obat, antibiotik, pestisida, larvasida dan pengawet makanan (Ibrahim et al., 2013; Kusumaningrum, 2012; Sari et al., 2019; Thitilertdecha et al., 2008)

Safithri et al (2020) meneliti potensi anti jamur ekstrak kulit rambutan terhadap *Candida albicans* yang menyebabkan sariawan. Ekstrak kulit rambutan pada konsentrasi 40% memiliki daya hambat pertumbuhan *Candida albicans* yang optimal, dilihat kekuatan aktivitas antimikroba sangat kuat karena zona bening yang terbentuk sebesar 21 mm. Beberapa penelitian juga dilakukan mengenai antioksidan ekstrak kulit rambutan menggunakan beberapa metode.

Suparmiet al (2012) dan Zulhipri et al (2012), melakukan pengujian aktivitas antioksidan ekstrak kulit rambutan menggunakan metode DPPH dan Suparmi et al (2012), menggunakan metode Linoleat-Tiosianat. Hasil dari ketiga penelitian tersebut menunjukkan aktivitas antioksidan ekstrak kulit rambutan yang baik. Sifat antioksidan ekstrak kulit rambutan dimanfaatkan oleh Rusli (2012), di penelitiannya dalam pembuatan emulgel antipenuaan dini. Senyawa tanin dan saponin pada kulit rambutan dapat dimanfaatkan sebagai larvasida. Penelitian Anggraini (2018), menyatakan bahwa konsentrasi ekstrak kulit rambutan 5,5% efektif sebagai larvasida terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. Kulit rambutan juga dapat dimanfaatkan sebagai teh dan minuman herbal (Anggara et al., 2019; Wahyuningsih, 2019)

## **2.2. Metabolit Sekunder**

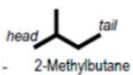
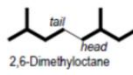
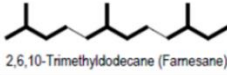
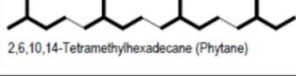
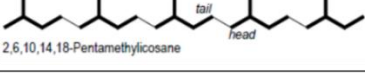
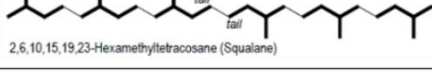
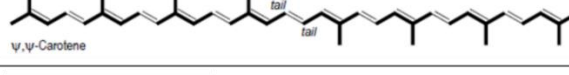
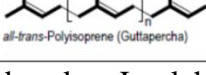
Metabolisme pada tanaman merupakan proses perubahan kimia yang terjadi, baik pembentukan maupun penguraian senyawa kimia suatu tanaman. Hasil dari proses metabolisme disebut metabolit. Berdasarkan jalur metabolismenya, metabolit terbagi menjadi dua jenis, yaitu metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer merupakan senyawa yang secara langsung terlibat dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sementara metabolit sekunder adalah senyawa yang dihasilkan dalam jalur metabolisme lain yang tidak berperan penting (untuk jangka pendek) dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Julianto, 2019).

Metabolit sekunder memiliki peranan penting lainnya, yaitu dalam tujuan pertahanan terhadap organisme kompetitor maupun predator, penanda serta pengatur jalur metabolisme primer (biasanya metabolit sekunder dalam bentuk hormon), dan pemberi karakter khas pada suatu tanaman seperti warna dan aroma. Metabolit sekunder juga membantu keseimbangan sistem pada tanaman sehingga tanaman mudah beradaptasi mengikuti kebutuhan lingkungannya (Agostini-costa et al., 2012; Julianto, 2019).

Secara sederhana, metabolit sekunder diklasifikasikan dalam empat kelompok, yaitu kelompok terpen, kelompok fenolik, kelompok glikosida dan kelompok yang mengandung nitrogen (Das & Gezici, 2018):

### 2.2.1. Kelompok Terpen atau Terpenoid

Terpen atau terpenoid merupakan senyawa organik hidrokarbon yang tersusun dari dua atau lebih unit isoprena ( $C_5$ )<sub>n</sub>. Unit isoprena yang bergabung dalam terpen melalui model “kepala ke ekor”. Terpen disintesis dari asetil Co-A melalui jalur asam mevalonat dan metileritritol fosfat (Julianto, 2019). Senyawa terpen dikelompokkan berdasarkan jumlah isoprena, yaitu sebagai berikut:

Kelompok Terpenoid	Jumlah Isoprena	Struktur
Hemiterpen	1	 - 2-Methylbutane
Monoterpenoid	2	 2,6-Dimethyloctane
Sesquiterpenoid	3	 2,6,10-Trimethyldodecane (Farnesane)
Diterpenoid	4	 2,6,10,14-Tetramethylhexadecane (Phytane)
Sesterpenoid	5	 2,6,10,14,18-Pentamethylsane
Triterpenoid	6	 2,6,10,15,19,23-Hexamethyltetracosane (Squalane)
Tetraterpenoid	8	 $\alpha,\beta$ -Carotene
Politerpenoid	>8	 all-trans-Polyisoprene (Guttapercha)

Gambar 2. Klasifikasi Terpen Berdasarkan Jumlah Unit Isoprena. Sumber: Julianto (2019)

Sebagian besar senyawa terpen tidak berwarna, mudah menguap dan berat jenisnya lebih ringan daripada air. Senyawa terpen umumnya berbentuk cair, beberapa di antaranya berwujud padat. Senyawa terpen bersifat non polar. Terpen mudah mengalami polimerisasi, dihidrogenasi dan oksidasi. Beberapa contoh senyawa terpen adalah piretroid (monoterpen), asam absisat

(sesquiterpenoid), asam abietat (diterpenoid), limnoid yang ditemukan pada tanaman citrus (triterpenoid), pigmen karotenoid (tetraterpenoid) dan karet (politerpenoid) (Mazid, Khan, & Mohammad, 2011).

### 2.2.2. Kelompok Fenolik

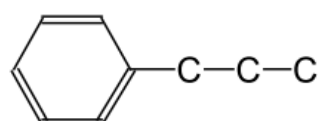
Kelompok fenolik merupakan senyawa yang memiliki cincin aromatik yang mengandung satu atau dua gugus hidroksi (OH). Senyawa fenolik disintesis dari jalur asam asetat mevalonat dan jalur asam sikimat. Senyawa flavonoid disintesis dari kombinasi kedua jalur tersebut. Senyawa fenolik cenderung mudah larut dalam pelarut polar dan mudah mengalami oksidasi oleh enzim, basa kuat dan udara. Apabila terpapar udara, flavonoid akan teroksidasi dan menimbulkan warna gelap. Senyawa fenolik memiliki beberapa fungsi, seperti memberikan pigmen warna dan aroma pada tanaman, pertahanan dan pembentuk dinding sel tanaman, serta mengendalikan pertumbuhan dan perkecambahannya. Senyawa fenolik dibagi menjadi beberapa kelompok yaitu fenol sederhana dan asam fenolat, fenilpropanoid, flavonoid, dan tannin.

#### 1. Fenol Sederhana dan Asam Fenolat

Kelompok fenolik merupakan bentuk fenolik yang paling sederhana. Hidrolisis jaringan akan membebaskan asam fenolat. Salah satu contoh fenolik pada kelompok ini adalah hidrokuinon.

#### 2. Fenilpropanoid

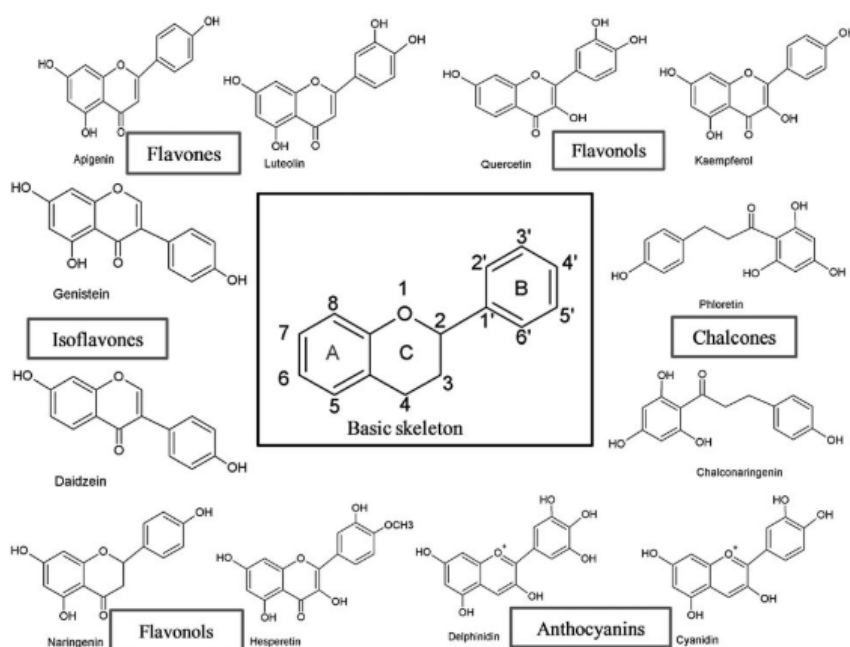
Fenilpropanoid merupakan senyawa fenolik yang tersusun dari atom karbon yang terdiri dari cincin benzene (C<sub>6</sub>) yang terikat pada ujung rantai karbon propana (C<sub>3</sub>). Senyawa ini merupakan turunan dari asam amino fenil alanin. Contoh senyawa fenilpropanoid adalah asam hidroksisinat, fenil propana, dan kumarin.



Gambar 3. Struktur Fenilpropanoid Secara Umum

### 3. Flavonoid

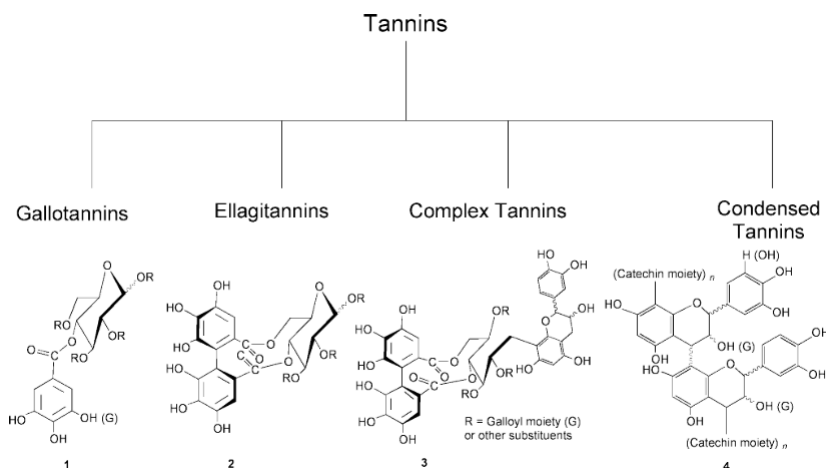
Flavonoid merupakan senyawa fenolik larut air dan kelompok fenolik yang terbesar. Struktur dasar flavonoid terbentuk dari 15 atom karbon membentuk unit C6-C3-C6 dan mengandung dua cincin fenil (Julianto, 2019). Flavonoid dapat dimanfaatkan sebagai antiinflamasi, antioksidan, dan antibakteri. Berdasarkan strukturnya, flavonoid terbagi menjadi enam jenis, yaitu kalkan, flavanon, flavon, flavonols, isoflavanon, dan antosianin (Panche et al., 2016).



Gambar 4. Pengelompokan Flavonoid. Sumber: Panche et al. (2016)

#### 2.2.3. Tanin

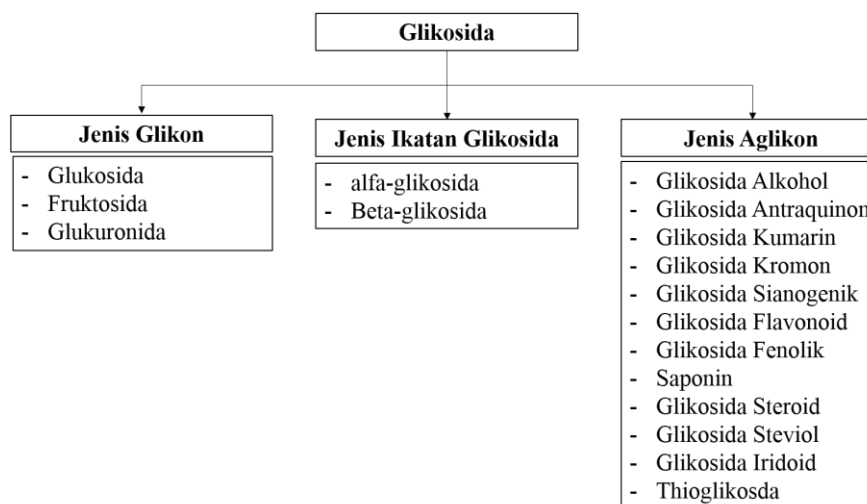
Tanin merupakan senyawa fenolik yang memiliki berat molekul besar, berkisar 500-3000 g/mol. Tanin berperan penting dalam melindungi tanaman dari hewan herbivora dan hama. Tanin larut dalam pelarut polar, memiliki rasa sepat dan dapat mengendapkan protein. Tanin banyak dimanfaatkan sebagai antidiare, antibakteri dan anstringent. (Anggraini, 2018; Julianto, 2019). Berdasarkan sifat kimia dan karakteristik strukturnya, tanin dikelompokkan menjadi empat, yaitu galotanin, elagitanin, tanin kompleks, dan tanin terkondensasi (Khanbabaee dan Ree, 2001).



Gambar 5. Pengelompokan Tanin. Sumber: Khanbabaee dan Ree (2001)

#### 2.2.4. Kelompok Glikosida

Glikosida merupakan metabolit sekunder yang berikatan dengan senyawa gula melalui ikatan glikosida. Senyawa gula pada glikosida disebut glikon sementara senyawa yang non-gula disebut aglikon. Bagian aglikon pada senyawa glikosida banyak dimanfaatkan dalam bidang media karena diketahui memiliki khasiat terapeutik, seperti penenang, antirematik, kardiotonik dan lain sebagainya (Mazid et al., 2011). Beberapa tumbuhan menyimpan senyawa glikosida dalam bentuk inaktif. Senyawa glikosida tersebut dapat aktif dengan bantuan enzim hidrolase yang menyebabkan bagian gula terputus, menghasilkan senyawa kimia yang siap untuk digunakan. Ada tiga macam pengklasifikasian senyawa glikosida, yaitu berdasarkan jenis glikon, jenis ikatan glikosidan dan jenis aglikon (Julianto, 2019).



Gambar 6. Pengelompokan Glikosida

### **2.2.5. Kelompok yang Mengandung Nitrogen**

Metabolit sekunder pada kelompok ini disintesis dari asam amino esensial dan memiliki nitrogen sebagai bagian dari struktur dasar senyawa. Senyawa pada kelompok ini juga tersebar luas di bagian-bagian tanaman dan berfungsi untuk pertahanan tanaman terhadap hewan herbivora. Metabolit sekunder pada kelompok ini terbagi menjadi tiga jenis, yaitu alkaloid, asam amino non protein dan glikosida sianogenik. Alkaloid merupakan jenis metabolit sekunder bernitrogen terbanyak pada tanaman. Alkaloid larut pada pelarut polar dan sedikit larut dalam air. Sebagian besar alkaloid berwujud padatan kristal dan sebagian dalam bentuk volatil (Agostini-costa et al., 2012; Julianto, 2019).

### **2.3. Ekstraksi**

Ekstraksi merupakan proses memisahkan dua zat atau lebih berdasarkan perbedaan tingkat kelarutan zat menggunakan pelarut yang sesuai. Ekstraksi terbagi dari dua jenis, yaitu ekstraksi padat-cair (pemisahan suatu zat dalam bentuk padatan) dan ekstraksi cair-cair (pemisahan suatu zat dalam bentuk cairan). Sudah banyak metode ekstraksi yang ditemukan untuk meningkatkan rendemen ekstrak yang dihasilkan. Metode ekstraksi yang paling sederhana adalah maserasi. Prinsip dari maserasi adalah perendaman sampel dengan pelarut di wadah tertutup dalam jangka waktu tertentu dengan dilakukan pengadukan secara berkala. Metode maserasi sering digunakan pada ekstraksi padat-cair. Semakin kecil dan seragam ukuran partikel sampel maka semakin mudah pelarut untuk masuk ke dalam matriks sampel dan melarutkan senyawa-senyawa yang ingin dipisahkan. Pengadukan juga menjadi salah satu hal yang mempengaruhi hasil ekstraksi. Pengadukan dilakukan untuk mempercepat dan meratakan kontak antara pelarut dengan setiap bagian sampel. Pengadukan dapat dilakukan secara manual dengan selang waktu tertentu atau menggunakan bantuan alat seperti shaker (Julianto, 2019; Mukhriani, 2014).

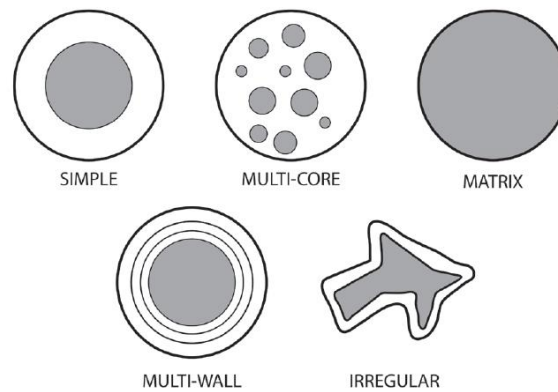
Tabel 1. Metode Ekstraksi dan Prinsipnya (Julianto, 2019)

<b>Metode Ekstraksi</b>	<b>Prinsip</b>
Maserasi	Perendaman sampel dengan pelarut di wadah tertutup dalam jangka waktu tertentu dan disertai pengadukan
Perkolasi	Perendaman sampel di perkolator menggunakan pelarut, kemudian pelarut baru dialirkan hingga warna pelarut sudah tidak berubah
<i>Supercritical Fluid Extraction</i>	Sampel diekstrak menggunakan gas (nitrogen, karbon dioksida, metana, dll) dalam suhu dan tekanan tertentu.
<i>Microwave-assisted extraction</i>	Pemanasan sampel yang telah direndam dengan pelarut menggunakan menggunakan energi gelombang mikro
<i>Ultrasound-Assisted Extraction</i>	Ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik yang dapat mempersepat penetrasi pelarut ke matriks sampel
<i>Acelarated-assisted extraction</i>	Ekstraksi menggunakan suhu dan tekanan yang tinggi dalam waktu singkat karena pelarut melakukan peneterasi ke matriks sampel dengan cepat
Enfleurasi	Ekstraksi menggunakan lemak tak berbau sebagai pelarut untuk menangkap senyawa yang harum. Ekstraksi dilakukan hingga lemak jenuh dengan aroma
Hidrodestilasi	Memisahkan komponen cair atau padat menggunakan perbedaan titik didih masing-masing zat

#### **2.4. Enkapsulasi**

Enkapsulasi merupakan teknik penyalutan bahan inti dengan bahan pengisi khusus untuk menjaga kualitas bahan inti baik secara fisik maupun kimia (Yogaswara et al., 2017; Yudha, 2008). Bahan yang digunakan untuk menyalut bahan inti disebut enkapsulan dan hasil dari proses enkapsulasi disebut enkapsulat. Bahan inti bisa berupa padatan, cairan ataupun gas. Bahan yang dienkapsulasi biasanya yang rentan rusak akibat pengaruh dari lingkungan seperti udara, cahaya, air dan suhu. Struktur dan morfologi yang dihasilkan dari enkapsulasi beragam, seperti struktur sederhana bahan inti yang tersalut, bentuk partikel bulat atau tidak beraturan, serta struktur partikel yang dapat berupa bahan inti yang tersalut berlapis atau beberapa bahan inti yang tersalut dalam satu partikel. Perbedaan struktur dan morfologi enkapsulat dipengaruhi oleh sifat bahan penyalut dan bahan inti serta metode enkapsulasi yang digunakan (Silva & Meireles, 2014).





Gambar 7. Ragam Jenis Morfologi Partikel Enkapsulat. Sumber: Silva dan Meireles (2014)

Bahan penyalut berperan penting pada proses enkapsulasi. Bahan penyalut adalah bahan-bahan yang digunakan untuk menyalut bahan inti pada proses enkapsulasi. Bahan penyalut harus dapat menyelimuti bahan inti tapi tidak bereaksi dengan bahan inti, dan sifatnya sesuai dengan tujuan penyalutan. Sudah banyak jenis bahan penyalut yang digunakan pada proses enkapsulasi dan dalam berbagai kelompok, yaitu karbohidrat, protein, lemak dan bahan anorganik (Yudha, 2008).

Tabel 2. Jenis Bahan Penyalut yang Digunakan pada Proses Enkapsulasi (Yudha, 2008)

Kelompok	Jenis
Karbohidrat	Pati, dekstrin, sukrosa, corn syrup, carboxymethylcellulose, metilselulosa, etilselulosa, nitroselulosa, asetilselulosa, celluloseacetate-phthalate, cellulose acetate- butylate-phthalate
Gum	Gum arab, agar, sodium alginat, karagenan
Protein	Gluten, kasein, gelatin, albumin
Lipid	Lilin, parafin, tristearin, asam stearat, monogliserida, digliserida, beeswax, oils, lemak
Bahan Anorganik	Kalsium sulfat, silikat, tanah liat

Proses enkapsulasi diaplikasikan hampir pada semua bidang industri, seperti farmasi, pertanian, tekstil, hingga makanan. Beberapa metode enkapsulasi telah dikembangkan berdasarkan sifat bahan inti dan tujuan enkapsulasi baik secara mikro maupun nanoenkapsulasi. Metode enkapsulasi paling sederhana di industri makanan adalah penyalutan bahan aktif menggunakan bahan penyalut yang terlarut (Timilsena et al., 2020).

Tabel 3. Metode Enkapsulasi (Timilsena et al., 2020)

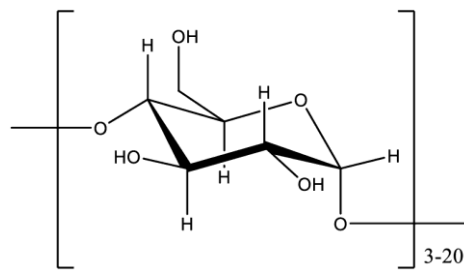
Metode Enkapsulasi	Prinsip
Pelapisan ( <i>Coating</i> )	Pelapisan permukaan bahan inti dengan pencelupan, penyemprotan atau penyikatan
<i>Spray Drying</i>	Pencampuran antara bahan inti dan penyalut membentuk emulsi, larutan atau suspensi kemudian campuran diatomisasi untuk membentuk droplet lalu dikeringkan dengan udara kering pada suhu dan tekanan yang tinggi
<i>Fluidized Bed Coating</i>	Fluidisasi bahan inti dengan menyemburkan udara ke bahan inti kemudian bahan penyalut dihembuskan menyelimuti bahan inti
<i>Spray Cooling</i>	Hampir sama dengan <i>spray drying</i> , namun <i>spray cooling</i> dilakukan pada suhu dibawah titik leleh bahan penyalut
Ekstrusi	Menggunakan larutan hidrokoloid sebagai bahan penyalut lalu bahan inti ditetaskan satu persatu menggunakan jarum <i>syringe</i> membentuk droplet
<i>Liposome Entrapment</i>	Menggunakan liposom yang memiliki bagian hidrofilik dan hidrofobik sebagai bahan penyalut. Bahan inti dapat berikatan dengan bagian hidrofilik atau hidrofobik sesuai dengan sifat bahan inti dan liposom ada menyalut bagian inti secara spontan
Koaservasi	Pencampuran antara bahan penyalut dengan bahan inti dalam bentuk larutan. Kemudian dilakukan pemisahan fase cair-cair hingga terpisah menjadi fase kaya polimer (koaservat) dan fase miskin polimer (larutan encer)

Metode enkapsulasi yang paling sering digunakan di industri makanan adalah *spray drying*. Metode *spray drying* memiliki kelemahan seperti rendemen rendah serta penggunaan energi yang besar karena membutuhkan suhu dan tekanan yang tinggi. Salah satu metode yang bisa digunakan sebagai alternatif adalah metode pengeringan lapis tipis (*thin layer drying*). Pengeringan lapis tipis dilakukan dengan mengeringkan bahan dalam bentuk lapisan atau irisan yang tipis sehingga proses pengeringan menjadi efisien. Selain itu, suhu pengeringan yang digunakan rendah ( $< 60^{\circ}\text{C}$ ) sehingga dapat menjaga komponen dari bahan inti yang rentan terhadap suhu tinggi (Yudha, 2008).

## 2.5. Maltodekstrin

Maltodekstrin ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}$ ) $n\text{H}_2\text{O}$ ) adalah hasil hidrolisis pati yang tersusun dari glukosa, maltosa, dekstrin dan oligosakarida. Maltodekstrin memiliki rentang Dextrin Equivalent (DE) 3-20. Nilai DE mempengaruhi sifat higroskopis maltodekstrin. Semakin rendah DE maka

maltodekstrin akan semakin bersifat non higroskopis dan semakin tinggi DE maka maltodekstrin akan semakin bersifat higroskopis (Bahtiar, 2018).



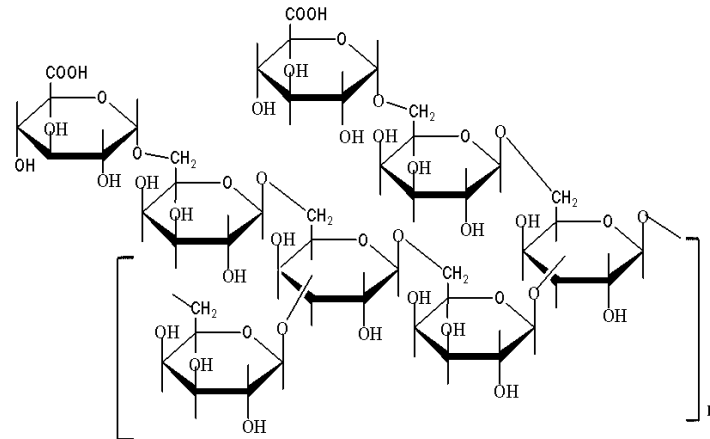
Gambar 8. Struktur Maltodekstrin. Sumber: Guntero et al. (2020)

Enkapsulasi sering menggunakan maltodekstrin sebagai bahan penyalut. Hal ini disebabkan maltodekstrin memiliki kelarutan tinggi dan viskositas rendah, pencoklatan yang rendah saat membentuk sebuah matriks, dapat meningkatkan padatan terlarut, dan dapat menghambat reaksi oksidasi (Supriyadi dan Rujita, 2013; Yuliyati et al., 2020). Maltodesktrin juga mudah didapat dan harganya yang relatif murah sehingga penggunaan maltodekstrin sebagai bahan penyalut telah banyak dilakukan. Enkapsulasi minyak lengkuas menggunakan maltodesktrin yang dilakukan oleh Supriyadi dan Rujita (2013), memperlihatkan bahwa maltodekstrin mampu melindungi senyawa volatil pada minyak lengkuas. Enkapsulasi butter pala menggunakan bahan penyalut maltodekstrin yang dilakukan oleh Santoso et al. (2020), memperlihatkan bahwa penggunaan maltodekstrin sebagai bahan penyalut dapat meningkatkan kualitas antioksidan butter pala. Peningkatan kualitas antioksidan ekstrak setelah dienkapsulasi dengan maltodekstrin juga dilakukan oleh Suciati et al. (2020), menggunakan ekstrak kulit buah naga super merah sebagai bahan inti enkapsulasi.

## 2.6. Gum Arab

Gum arab merupakan bagian dari eksudat gum. Gum arab diperoleh dari hasil sekresi bagian kulit atau batang pohon *Acacia sp.* yang terbentuk dari rangkaian dari D-galaktosa, L-arabinosa, asam D-galakturonat dan L-ramnosa. Dibandingkan golongan gum lainnya, gum arab memiliki viskositas yang rendah dan kelarutan yang tinggi. Gum arab memiliki struktur molekul yang kompleks, terdiri dari 97% karbohidrat dan 3% protein. Namun, ketersediaan

gum arab masih terbatas dan harganya yang relatif mahal. Meski begitu, gum arab banyak digunakan di industri pangan karena sifatnya sebagai penstabil dan memiliki daya emulsi yang baik (Bahtiar, 2018; Khanvilkar, Ranveer, & Sahoo, 2016).



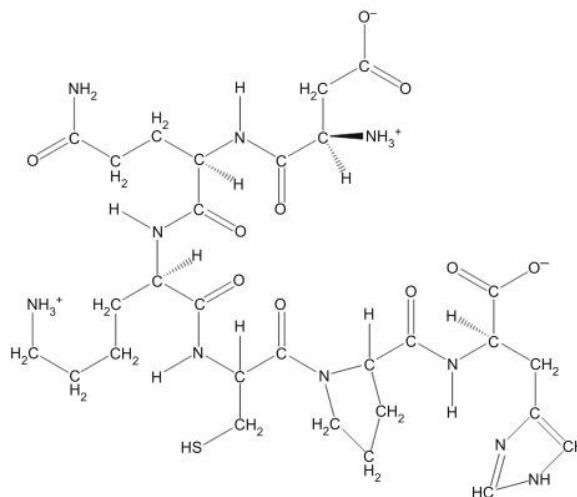
Gambar 9. Struktur Gum Arab. Sumber: Cissé et al. (2020)

Gum arab mudah larut dalam air, tahan terhadap panas, dan dapat meningkatkan stabilitas dengan viskositas gum arab yang tinggi. Gum arab telah banyak digunakan sebagai bahan penyalut pada proses enkapsulasi. Gum arab memiliki kemampuan membentuk emulsi dan film dengan sangat baik yang dapat memerangkap bahan inti yang dienkapsulasi. Pembentukan emulsi dan film pada gum arab disebabkan adanya gugus protein arabinogalaktan dan glikoprotein. Emulsi dan film yang terbentuk dapat mencegah kerapuhan atau keretakan dinding enkapsulat sehingga bahan inti tidak mengalami kebocoran pada saat proses enkapsulasi. Kemampuan tersebut membuat gum arab dapat menjadi bahan penyalut untuk bahan inti yang mudah menguap dan mudah rusak akibat oksidasi. Gum arab juga memiliki gugus hidroksil yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan bahan inti yang mengandung atom oksigen, fluorin, dan nitrogen (Febrantama et al., 2020; Safithri et al., 2020).

## 2.7. Gelatin

Gelatin merupakan protein derivat yang dihasilkan dari hidrolisis kolagen (bagian tulang dan kulit, terutama pada jaringan penghubungnya). Gelatin tersusun atas asam-asam amino dalam rantai molekul yang panjang. Berdasarkan cara hidrolisisnya, gelatin terbagi menjadi dua jenis, yaitu gelatin tipe A dan gelatin tipe B. Gelatin tipe A adalah gelatin yang dihasilkan dari

hidrolisis kolagen menggunakan asam, sementara gelatin B menggunakan basa (Jelita, 2019; Yudha, 2008).



Gambar 10. Struktur Molekul Gelatin. Sumber: Alihosseini (2016)

Gelatin merupakan satu-satunya hidrokoloid food grade yang tidak termasuk golongan polisakarida. Gelatin dapat membentuk gel dalam air tanpa penambahan bahan lainnya. Gel yang terbentuk bersifat bolak-balik, yaitu dapat dicairkan dan dipadatkan kembali melalui proses pemanasan dan pendinginan (Yudha, 2008). Gelatin dimanfaatkan sebagai bahan enkapsulan karena memiliki kemampuan mengemulsi dan penstabil yang baik (Gharsallaoui et al., 2007; Hidayat et al., 2018; Permatasari, 2013). Sifat gel gelatin menunjukkan kemampuan gelatin sebagai bahan penyalut atau enkapsulan. Pada proses pendinginan, molekul gelatin akan teragregasi. Agregat-agregat yang terbentuk saling berikatan membentuk jaringan yang kekuatannya bertambah dengan pendinginan lebih lanjut (Permatasari, 2013). Kemampuan emulsi gelatin yang baik juga menambah efektivitas penyalutan bahan inti (Imagi et al dalam Hidayat et al., 2018).

## 2.8. Antibakteri

Antibakteri adalah zat atau senyawa yang digunakan untuk menghambat metabolisme bakteri sehingga mengganggu pertumbuhan bahkan dapat mematikan bakteri. Berdasarkan cara kerjanya, antibakteri dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu bakteriosidal dan bakteristatik. Bakteriosidal adalah jenis antibakteri yang kerjanya membuat sel mengalami lisis sehingga

dapat mematikan bakteri, sementara bakteristatik adalah jenis antibakteri yang menghambat replikasi bakteri sehingga pertumbuhan bakteri berada pada fase stasioner. Mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri ada beberapa cara, beberapa di antaranya adalah penghambatan sintesis asam nukleat dan protein pada ribosom bakteri, perusakan dinding sel bakteri, dan perusakan membran sel bakteri (Khameneh et al., 2019; Kusumaningrum, 2012).

Ada beberapa cara untuk mengetahui sifat dan mengukur aktivitas suatu antimikroba, yaitu difusi cakram, bioautografi, *broth dilution*, dan *High Throughput Screening* (HTS). Metode autografi menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT) untuk mengisolasi antimikroba kemudian diletakkan pada permukaan agar yang telah diinokulasi dengan bakteri uji. *Broth dilution* digunakan untuk mengetahui kadar hambat minimum (KHM) dengan membuat deretan pengenceran antimikroba ke dalam media cair yang telah ditambahkan dengan bakteri uji. Metode HTS dilakukan dengan menginterpretasikan perubahan kenampakan pada sampel setelah direaksikan seperti kekeruhan, warna dan fluoresensi sebagai nilai absorbansi (Khameneh et al., 2019).

Difusi cakram merupakan metode pengujian aktivitas antibakteri yang paling sering digunakan. Metode ini menggunakan kertas cakram dengan diameter yang bervariasi. Zat antimikroba diserapkan pada kertas cakram kemudian diletakkan pada permukaan media yang telah diinokulasikan bakteri uji. Setelah diinkubasi, zona bening akan terbentuk di sekitar cakram yang menandakan terdapat aktivitas antibakteri. Diameter zona bening kemudian diukur untuk menentukan besar kekuatan aktivitas suatu antibakteri (Khameneh et al., 2019).