



**REKAYASA PROSES ENKAPSULASI HIDROLISAT
KOLAGEN KULIT IKAN PATIN (*Pangasius* sp.) DENGAN
NANOSTRUCTURED LIPID CARRIER (NLC) SEBAGAI
SERUM KOSMETIK YANG DIPERKAYA EKSTRAK LIDAH
BUAYA**

@Hak cipta milik IPB University

AMALIA AFIFAH



**TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Rekayasa Proses Enkapsulasi Hidrolisat Kolagen Kulit Ikan Patin (*Pangasius* sp.) dengan *Nanostructured Lipid Carrier* (NLC) sebagai Serum Kosmetik yang Diperkaya Ekstrak Lidah Buaya” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum 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 di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Amalia Afifah
F361180238

Hak Cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

AMALIA AFIFAH. Rekayasa Proses Enkapsulasi Hidrolisat Kolagen Kulit Ikan Patin (*Pangasius* sp.) dengan *Nanostructured Lipid Carrier* (NLC) sebagai Serum Kosmetik yang Diperkaya Ekstrak Lidah Buaya. Dibimbing oleh ONO SUPARNO, LIESBETINI HADITJAROKO, KUSTIARIYAH TARMAN, dan AGUS SETIYONO.

Hidrolisat kolagen dihasilkan dari proses hidrolisis kolagen yang terdapat pada tulang, kulit, dan jaringan ikat hewan seperti sapi, babi, unggas, dan ikan. Kulit ikan patin dapat menjadi sumber kolagen yang cukup aman dan juga halal. Hidrolisat kolagen terbukti memiliki aktivitas biologis sebagai antipenuaan. Hal ini karena hidrolisat kolagen dapat merangsang biosintesis protein ekstraseluler pada kulit. Untuk menghasilkan hidrolisat kolagen dengan aktivitas antioksidan yang tinggi, metode secara enzimatis dapat dilakukan. Enzim alkalase dan papain banyak dipilih untuk menghidrolisis protein. Hidrolisat kolagen (3-25 kDa) memiliki bobot molekul yang lebih rendah dibandingkan dengan kolagen (300 kDa) sehingga mampu berpenetrasi ke lapisan kulit yang lebih dalam. Namun, hidrolisat kolagen memiliki kelemahan yaitu bersifat higroskopis dan tidak stabil terhadap lingkungan. Sistem *nanostructured lipid carrier* (NLC) memiliki kemampuan enkapsulasi yang tinggi, rilis yang terkontrol, stabil secara termodinamik dan mampu meningkatkan bioavailabilitas senyawa bioaktif.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formula optimal dari sistem pembawa NLC yang memuat hidrolisat kolagen dengan menentukan lipid padat (setil palmitat) dan lipid cair (asam oleat) dan konsentrasi hidrolisat kolagen untuk dapat menghasilkan NLC hidrolisat kolagen dengan karakteristik yang baik berdasarkan nilai ukuran partikel, indeks polidispersitas dan zeta potensial. Hasil NLC yang memuat hidrolisat kolagen akan dijadikan serum kosmetik dengan tambahan bahan aktif lain berupa ekstrak lidah buaya. Ekstrak lidah buaya dapat digunakan untuk melembutkan dan melembabkan kulit serta sebagai pelapis kulit bagian terluar dan menghambat terjadinya hidrasi air kulit.

Penelitian dilakukan dalam empat tahapan. Tahap pertama adalah ekstraksi kolagen dari kulit ikan patin dengan mengkombinasikan metode asam dan enzim menggunakan enzim papain. Penelitian terdahulu masih banyak yang menggunakan enzim pepsin dalam ekstraksi kolagen sehingga sulit diaplikasikan karena berbenturan dengan kehalalan bagi beberapa agama. Metode ini mampu menghasilkan derajat pengembangan tertinggi sebesar 425,49% Sementara konsentrasi enzim terbaik yaitu sebesar 5000 U/mg dengan waktu perendaman dalam larutan enzim selama 72 jam menghasilkan rendemen kolagen tertinggi sebesar 18,94%. Kolagen mengandung asam amino utama dengan residu terbesar yaitu glisin dan prolin masing-masing sebesar 25,56% dan 13,86%. Komposisi asam amino, bobot molekul dan gugus fungsi menunjukkan bahwa PaSC (*papain soluble collagen*) merupakan kolagen tipe 1. PaSC memiliki nilai pH sebesar 4,51 dan viskositas 3,42 cP. Morfologi kolagen menunjukkan PaSC memiliki struktur permukaan berserat seperti kapas. PaSC memiliki ukuran partikel sebesar 328,7 nm dengan keseragaman ukuran partikel dilihat dari nilai PDI 0,36, namun gaya tolak menolak antarpartikel rendah dengan nilai zeta potensial 3,35 mV sehingga memungkinkan partikel mudah teragregasi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Kolagen yang dihasilkan dari penelitian tahap pertama selanjutnya digunakan untuk menghasilkan hidrolisat kolagen. Pembuatan hidrolisat kolagen masih jarang diteliti sehingga perlu eksplorasi lebih dalam untuk menghasilkan hidrolisat kolagen dengan metode yang baik. Pada penelitian ini hidrolisat kolagen dihidrolisis menggunakan kombinasi metode enzim dan fisik (*ultrasonic probe*). Kebanyakan penelitian masih menggunakan *watebath ultrasound* dalam menghasilkan hidrolisat kolagen. Metode ini menghasilkan nilai derajat hidrolisis, kapasitas penghambatan DPPH, pH, viskositas, ukuran partikel, indeks polidispersitas (PDI), dan zeta potensial yang baik dari hidrolisat kolagen yang dihidrolisis dengan alkalase (HCA) dibandingkan papain (HCP). Analisis berat molekul, gugus fungsi dan komposisi asam amino menegaskan bahwa kedua produk tersebut adalah hidrolisat kolagen. Rendemen kedua hidrolisat kolagen baik HCA dan HCP masih termasuk rendah dengan nilai berturut-turut sebesar 4,48% dan 4,66%.

Tahap ketiga yaitu membuat formula *nanostructured lipid carrier* (NLC) yang memuat hidrolisat kolagen yang dihasilkan dari tahap dua atau disebut NLC-HC. NLC merupakan sistem suatu sistem penghantar obat berukuran nano yang pada umumnya tersusun oleh lipid padat, lipid cair dan emulsifier. Pada penelitian ini digunakan setil palmitat sebagai lipid padat, asam oleat sebagai lipid cair, tween 80 dan span 80 sebagai surfaktan. Hasil penelitian menunjukkan NLC-HCA (hidrolisat kolagen dihidrolisis alkalase) memiliki ukuran partikel lebih kecil dibandingkan dengan NLC-HCP (hidrolisat kolagen dihidrolisis papain), yakni sekitar 33,59 – 64,23 nm. Indeks polidispersitas menunjukkan baik NLC-HCA maupun NLC-HCP memiliki keseragaman ukuran (monodispersi) dengan nilai PDI <5. Zeta potensial semua formula menunjukkan nilai <-30 mV sehingga kemungkinan formula teragregasi kecil karena gaya tolak menolak yang tinggi. NLC-HCA memiliki tingkat kekentalan lebih rendah dibandingkan NLC-HCP dengan nilai pH sesuai dengan rentang pH kulit. Homogenitas dan daya sebar formula NLC-HCA maupun NLC-HCP sangat baik.. NLC-HCA maupun NLC-HCP memiliki kestabilan yang baik selama penyimpanan 4 minggu pada suhu 4°C, suhu ruang dan suhu 40°C ditandai dengan tidak adanya pemisahan pada sistem NLC. Morfologi NLC-HCA menunjukkan bentuk yang bulat yang menandakan hidrolisat kolagen diselimuti oleh lipid.

Tahap terakhir adalah pembuatan serum NLC-HC dengan menggunakan NLC-HCA COA0,5A dan NLC-HCP COP0,5A sebagai bahan aktif dalam serum. Serum kosmetik yang dihasilkan menunjukkan serum wajah NLC hidrolisat kolagen memiliki homogenitas yang baik dengan tipe emulsi minyak dalam air. Viskositas terbesar dari semua formula yaitu pada formula F0. Sementara untuk daya sebar serum yaitu pada formula F1. Semua formula memiliki pH yang sesuai dengan pH wajah. Stabilitas semua formula serum cukup baik dilihat dari penyimpanan selama 4 minggu tidak terjadi perubahan dari daya sebar, homogenitas, warna dan tekstur. Efektivitas kelembaban dari serum yang diaplikasikan pada kulit responden menunjukkan adanya peningkatan kelembaban selama pemakaian 5 hari serta tidak adanya iritasi berupa kulit kemerahan, gatal maupun pembengkakan pada responden.

Kata kunci: ekstrak lidah buaya, hidrolisat kolagen, kolagen, *nanostructured lipid carrier*, serum kosmetik.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



SUMMARY

AMALIA AFIFAH. The Encapsulation Process Engineering of Collagen Hydrolysate from *Pangasius* sp. fish skin with Nanostructured Lipid Carrier (NLC) as Cosmetic Serum Enriched with Aloe Vera Extract. Supervised by ONO SUPARNO, LIESBETINI HADITJAROKO, KUSTIARIYAH TARMAN, and AGUS SETIYONO.

Collagen hydrolysate is produced from the hydrolysis process of collagen found in bones, skin and connective tissue of animals such as cattle, pigs, poultry and fish. Catfish skin can be a source of collagen which is quite safe and also halal. Collagen hydrolysate has been proven to have biological activity as an antiaging agent. This is because collagen hydrolysate can stimulate the biosynthesis of extracellular proteins in the skin. To produce collagen hydrolysate with high antioxidant activity, the enzymatic method can be carried out. Alcalase and papain enzymes are often chosen to hydrolyze proteins. Collagen hydrolysate (3-25 kDa) has a lower molecular weight compared to collagen (300 kDa) so it is able to penetrate deeper layers of the skin. However, collagen hydrolysate has the weakness of being hygroscopic and unstable to the environment. The NLC system has high encapsulation capability, controlled release, is thermodynamically stable and is able to increase the bioavailability of bioactive compounds.

In this study, the aim was to obtain the optimal formula for the NLC carrier system containing collagen hydrolysate by determining the use of ratio concentrations of solid lipids and liquid lipids as well as the ratio of lipids and surfactants to be able to produce NLC collagen hydrolysate with good characteristics based on particle size, polydispersity and zeta index values. potential. The NLC results containing collagen hydrolysate will be used as a cosmetic serum with the addition of another active ingredient in the form of aloe vera extract. Aloe vera can be used to soften and moisturize the skin as well as as a coating for the outer skin and inhibiting skin water hydration.

This research was carried out in 4 stages. The first stage is the extraction of collagen from catfish skin by combining acid and enzyme methods using the papain enzyme. Many previous studies still used the pepsin enzyme in collagen extraction, making it difficult to apply because it clashed with halal conditions for several religions. This method was able to produce the highest degree of development of 425.49%. Meanwhile the best enzyme concentration was 5000 U/mg with soaking time in the enzyme solution for 72 hours resulting in the highest collagen yield of 18.94%. Collagen contains the main amino acids with the largest residues, namely glycine and proline at 25.562% and 13.864% respectively. The amino acid composition, molecular weight and functional groups indicate that PaSC is type 1 collagen. Papain soluble collagen has a pH value of 4.512 and a viscosity of 3.42 cP. Collagen morphology shows PaSCs have a fibrous surface structure like cotton. PaSC has a particle size of 328.7 nm with uniformity of particle size as seen from the PDI value of 0.362, but the repulsive force between particles is low with a zeta potential value of 3.348 mV, making it possible for the particles to easily aggregate.

The collagen produced from the first stage of research is then used to produce collagen hydrolysate. The manufacture of collagen hydrolysate is still rarely researched, so further exploration is needed to produce collagen hydrolysate using a good method. In this study, collagen hydrolysate was hydrolyzed using a combination of enzyme and

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



physical methods (probe ultrasound). Most research still uses ultrasound water baths to produce collagen hydrolysate. This method produces good values of degree of hydrolysis, DPPH inhibitory capacity, pH, viscosity, particle size, polydispersity index (PDI), and zeta potential of collagen hydrolysate hydrolyzed with alcalase (HCA) compared to papain (HCP). Analysis of molecular weight, functional groups and amino acid composition confirmed that both products were collagen hydrolysates. The yield of both collagen hydrolysates, both HCA and HCP, was still relatively low with values of 4.477% and 4.656% respectively.

The third stage is making a nanostructured lipid carrier (NLC) formula which contains collagen hydrolysate produced from stage 2 or called NLC-HC. NLC is a nano-sized drug delivery system which is generally composed of solid lipids, liquid lipids and emulsifiers. In this study, cetyl palmitate was used as a solid lipid, oleic acid as a liquid lipid, Tween 80 and Span 80 as surfactants. The results showed that NLC-HCA had a smaller particle size compared to NLC-HCP, around 33,59 – 64,23 nm. The polydispersity index shows that both NLC-HCA and NLC-HCP have uniform size (monodispersity) with a PDI value <5. The zeta potential of all formulas shows a value of >-30 mV so the possibility of the formulas aggregating is small due to the high repulsive force. NLC-HCA has a lower viscosity level than NLC-HCP with a pH value in line with the skin's pH range. The homogeneity and spreadability of the NLC-HCA and NLC-HCP formulas are very good. NLC system. The morphology of NLC-HCA shows a round shape which indicates that the collagen hydrolysate is covered by lipids.

The final stage is making NLC-HC serum using NLC-HCA COA0.5A and NLC-HCP COP0.5A as the active ingredients in the serum. The resulting cosmetic serum shows that the collagen hydrolysate NLC facial serum has good homogeneity with the oil-in-water emulsion type. The greatest viscosity of all formulas is in the F0 formula. Meanwhile, the spreadability of the serum is in the F1 formula. All formulas have a pH that matches the pH of the face. The stability of all serum formulas is quite good as seen from storage for 4 weeks, there was no change in spreadability, homogeneity, color and texture. The effectiveness of the moisture from the serum applied to the respondent's skin showed an increase in moisture during 5 days of use and the absence of irritation in the form of skin redness, itching or swelling on the respondent.

Keywords: aloe vera extract, collagen, cosmetic serum, hydrolyzed collagen, nanostructured lipid carrier.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

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

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



**REKAYASA PROSES ENKAPSULASI HIDROLISAT
KOLAGEN KULIT IKAN PATIN (*Pangasius* sp.) DENGAN
NANOSTRUCTURED LIPID CARRIER (NLC) SEBAGAI
SERUM KOSMETIK YANG DIPERKAYA EKSTRAK LIDAH
BUAYA**

@Hak cipta milik IPB University

AMALIA AFIFAH

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Farah Fahma, STP, MT
- 2 Dr. Febriani Purba, STP, M.Si

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Farah Fahma, STP, MT
- 2 Dr. Febriani Purba, STP, M.Si



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

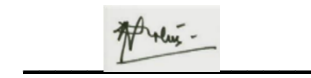
: Rekayasa Proses Enkapsulasi Hidrolisat Kolagen dari Kulit Ikan Patin (*Pangasius* sp.) dengan *Nanostructured Lipid Carrier* (NLC) sebagai Serum Kosmetik yang Diperkaya Ekstrak Lidah Buaya
: Amalia Afifah
: F361180238

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Ono Suparno, S.TP., M.T.



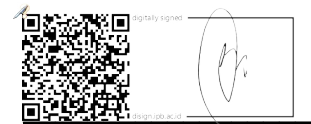
Pembimbing 2:
Dr. Ir. Liesbetini Haditjaroko, M.S.



Pembimbing 3:
Dr. rer. nat Kustiariyah Tarman, S.Pi., M.Si.



Pembimbing 4:
Prof. drh. Agus Setiyono, M.S., Ph.D., APVet.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Illah Sailah, M.S.
NIP 195805211982112001



Dekan Fakultas Teknologi Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr.
NIP 196105021986031002



Tanggal Ujian Tertutup: 18 Juli 2024

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2021 sampai dengan Mei 2024 ialah *nanostructured lipid carrier*, dengan judul Rekayasa Proses Enkapsulasi Hidrolisat Kolagen dari Kulit Ikan Patin (*Pangasius* sp.) dengan *Nanostructured Lipid Carrier* (NLC) sebagai Serum Kosmetik yang Diperkaya Ekstrak Lidah Buaya.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Allah SWT, juga kepada Prof Dr Ono Suparno, STP., M.T., Dr. Ir. Liesbetini Haditjaroko, M.S, Dr. Kustiariyah Tarman, SPi, MSi dan Prof drh. Agus Setiyono, M.S., Ph.D selaku pembimbing, Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr selaku moderator sidang, Prof. Dr. Farah Fahma, S.T.P., M.T dan Dr. Febriani Purba, S.T.P., M.Si selaku penguji sidang serta Kemenristekdikti yang telah memberikan beasiswa PMDSU kepada penulis. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ibu, ayah, kak Adit (suami), Khaula (anak), Naufal (adik), serta keluarga besar atas segala doa dan kasih sayangnya. Kemudian rekan – rekan yang telah membantu dalam penyelesaian disertasi ini.

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

Bogor, Agustus 2024

Amalia Afifah

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH	xxi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
1.5 Ruang Lingkup	6
1.6 Kebaruan (<i>novelty</i>)	6
II METODOLOGI PENELITIAN	7
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	7
2.2 Alat	7
2.3 Bahan	7
2.4 Prosedur Kerja	7
2.4.1 Tahap <i>Pretreatment</i> (Modifikasi Liu <i>et al.</i> 2015)	8
2.4.2 Isolasi Kolagen Larut Papain (PaSC) Kulit Ikan Patin (Modifikasi Liu <i>et al.</i> 2015)	8
2.4.3 Hidrolisis Kolagen	8
2.4.4 Pembuatan <i>Nanostructured Lipid Carrier</i> (NLC) Hidrolisat Kolagen	9
2.4.5 Pembuatan Serum <i>Nanostructured Lipid Carrier</i> (NLC) yang Memuat Hidrolisat Kolagen	9
2.5 Analisis dan Karakterisasi	9
2.5.1 Analisis Komposisi Kimia	9
2.5.2 Derajat Pengembangan (Sadi <i>et al.</i> 2021)	9
2.5.3 Rendemen	10
2.5.4 Profil Bobot Molekul Peptida SDS-PAGE (Laemmli 1970)	10
2.5.5 Gugus Fungsi (Muyonga <i>et al.</i> 2004)	11
2.5.6 Asam Amino (Nollet 2004)	12
2.5.7 Pengamatan Morfologi (Romadhon <i>et al.</i> 2019)	12
2.5.8 Derajat Keasaman (pH) (AOAC 2005)	12
2.5.9 Viskositas (Safithri <i>et al.</i> 2019)	12
2.5.10 Ukuran Partikel, Indeks Polidispersitas (PDI) dan Zeta Potensial (ZP) (Alam <i>et al.</i> 2018)	13
2.5.11 Derajat Hidrolisis (Azizah <i>et al.</i> 2020)	13
2.5.12 Aktivitas Antioksidan Metode DPPH (Baehaki <i>et al.</i> 2016)	13
2.5.13 Morfologi NLC h-kolagen dengan Transmission Electron Microscopy (TEM)	13
2.5.14 Daya sebar (Rahayu <i>et al.</i> 2023)	14
2.5.15 Homogenitas (Rahayu <i>et al.</i> 2023)	14
2.5.16 Stabilitas Fisik (Rahmasari <i>et al.</i> 2022)	14

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Hak cipta milik IPB University

2.5.17	Penampakan Fisik Serum	14
2.5.18	Homogenitas serum	14
2.5.19	Derajat Keasaman (pH) Serum	14
2.5.20	Viskositas Serum	14
2.5.21	Daya Sebar Serum	15
2.5.22	Tipe Emulsi Serum	15
2.5.23	Kestabilan Serum dengan Uji Sentrifugasi	15
2.5.24	Stabilitas Fisik Serum	15
2.5.25	Efektivitas Kelembaban Serum	15
2.5.26	Uji Iritasi Serum	15
III	ISOLASI DAN KARAKTERISASI KOLAGEN LARUT PAPAIN (PaSC) DARI KULIT IKAN PATIN (<i>Pangasius</i> sp.)	17
3.1	Abstract	17
3.2	Pendahuluan	17
3.3	Metode Penelitian	18
3.4	Rancangan Percobaan	19
3.5	Hasil dan Pembahasan	20
3.5.1	Komposisi Kimia Kulit Ikan Patin	20
3.5.2	Derajat Pengembangan Kolagen Kulit Ikan Patin	21
3.5.3	Rendemen Kolagen Kulit Ikan Patin	22
3.5.4	Derajat Keasaman (pH) dan Viskositas Kolagen Kulit Ikan Patin	24
3.5.5	SEM Kolagen Kulit Ikan Patin	25
3.5.6	Bobot Molekul Kolagen Kulit Ikan Patin	26
3.5.7	Gugus Fungsi Kolagen Kulit Ikan Patin	27
3.5.8	Asam Amino Kolagen Kulit Ikan Patin	29
3.5.9	Ukuran partikel, PDI dan Zeta Potensial Kolagen Kulit Ikan Patin	30
3.6	Simpulan	31
IV	AKTIVITAS ANTIOKSIDAN HIDROLISAT KOLAGEN KULIT IKAN PATIN (<i>Pangasius</i> sp.) DENGAN METODE <i>ULTRASOUND-ASSISTED</i> <i>ENZYMATIC</i> (UAE) MENGGUNAKAN ENZIM ALKALASE DAN PAPAIN	32
4.1	Abstract	32
4.2	Pendahuluan	32
4.3	Metode Penelitian	33
4.3.1	Rancangan Percobaan	34
4.4	Hasil dan Pembahasan	35
4.4.1	Derajat Hidrolisis (DH) Hidrolisat Kolagen	35
4.4.2	Aktivitas Antioksidan Hidrolisat Kolagen	38
4.4.3	Asam Amino Hidrolisat Kolagen	41
4.4.4	Gugus Fungsi Hidrolisat Kolagen	42
4.4.5	Bobot Molekul Hidrolisat Kolagen	44
4.4.6	Morfologi Hidrolisat Kolagen	45
4.4.7	Ukuran Partikel, PDI dan ZP Hidrolisat Kolagen	46
4.4.8	Derajat keasaman (pH), viskositas dan rendemen Hidrolisat Kolagen	47
4.5	Simpulan	48

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

V	ENKAPSULASI HIDROLISAT KOLAGEN DENGAN NANOSTRUCTURED LIPID CARRIER MENGGUNAKAN ASAM OLEAT DAN SETIL PALMITAT	49
5.1	Abstract	49
5.2	Pendahuluan	49
5.3	Metode Penelitian	51
5.3.1	Rancangan Percobaan	52
5.4	Hasil dan Pembahasan	54
5.4.1	Derajat keasaman (pH) NLC Hidrolisat Kolagen	54
5.4.2	Viskositas NLC Hidrolisat Kolagen	54
5.4.3	Ukuran Partikel, PDI dan zeta potensial NLC Hidrolisat Kolagen	55
5.4.4	TEM NLC Hidrolisat Kolagen	58
5.4.5	Daya Sebar NLC Hidrolisat Kolagen	59
5.4.6	Uji Homogenitas NLC	60
5.4.7	Stabilitas NLC Hidrolisat Kolagen	61
5.5	Simpulan	62
VI	FORMULASI SERUM KOSMETIK MENGGUNAKAN NLC HIDROLISAT KOLAGEN YANG DIPERKAYA EKSTRAK LIDAH BUAYA	64
6.1	Abstract	64
6.2	Pendahuluan	64
6.3	Metode Penelitian	66
6.3.1	Rancangan Percobaan	67
6.4	Hasil dan Pembahasan	68
6.4.1	Penampakan fisik serum NLC hidrolisat kolagen	68
6.4.2	Homogenitas serum NLC hidrolisat kolagen	68
6.4.3	Derajat keasaman (pH) serum hidrolisat kolagen	69
6.4.4	Uji Viskositas	69
6.4.5	Uji daya sebar	70
6.4.6	Kestabilan serum NLC hidrolisat kolagen dengan uji sentrifugasi	71
6.4.8	Tipe emulsi serum NLC hidrolisat kolagen	72
6.4.9	Stabilitas fisik serum	73
6.4.10	Efektivitas kelembaban serum	74
6.4.11	Hasil uji iritasi serum NLC hidrolisat kolagen	76
6.5	Simpulan	77
VII	PEMBAHASAN UMUM	78
VIII	SIMPULAN UMUM DAN SARAN	90
8.1	Simpulan	90
8.2	Saran	91
	DAFTAR PUSTAKA	92

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Komposisi Kimia Kulit Ikan	21
Tabel 2 pH dan viskositas kolagen kulit ikan patin	24
Tabel 3 Gugus fungsi kolagen kulit ikan	28
Tabel 4 Asam amino kolagen kulit ikan patin	29
Tabel 5 Ukuran partikel, <i>polydispersity index</i> (PDI), zeta potensial	30
Tabel 6 Komposisi asam amino hidrolisat kolagen dengan enzim alkalase dan hidrolisat kolagen dengan enzim papain	42
Tabel 7 Gugus fungsi hidrolisat kolagen (alkalase dan papain)	43
Tabel 8 Ukuran partikel, indeks polidispersitas, dan zeta potensial hidrolisat kolagen yang dihidrolisis dengan alkalase dan papain	47
Tabel 9 Derajat keasaman (pH), viskositas, dan rendemen hidrolisat kolagen hasil hidrolisis enzim alkalase dan papain	48
Tabel 10 Formulasi NLC-HCA	52
Tabel 11 Formulasi NLC-HCP	52
Tabel 12 Derajat keasaman (pH) NLC-HCA. Huruf yang berbeda menunjukkan nilai yang berbeda nyata ($P < 0.05$)	54
Tabel 13 Derajat keasaman (pH) NLC-HCP. Huruf yang berbeda menunjukkan nilai yang berbeda nyata ($P < 0.05$)	54
Tabel 14 Viskositas NLC-HCA	55
Tabel 15 Viskositas NLC-HCP	55
Tabel 16 Ukuran partikel, PDI dan ZP NLC-HCA	56
Tabel 17 Ukuran partikel, PDI dan ZP NLC-HCP	57
Tabel 18 Daya sebar NLC-HCA	60
Tabel 19 Daya sebar NLC-HCP	60
Tabel 20 Homogenitas NLC-HC (alkalase)	60
Tabel 21 Homogenitas NLC-HC (papain)	61
Tabel 22 Stabilitas fisik NLC-HCA	61
Tabel 23 Stabilitas fisik NLC-HCP	62
Tabel 24 Formulasi serum NLC hidrolisat kolagen	66
Tabel 25 Homogenitas serum NLC hidrolisat kolagen	68
Tabel 26 Derajat keasaman (pH) serum NLC hidrolisat kolagen	69
Tabel 27 Viskositas serum NLC hidrolisat kolagen	70
Tabel 28 Daya sebar serum NLC hidrolisat kolagen	71
Tabel 29 kondisi serum NLC hidrolisat kolagen setelah dilakukan uji sentrifugasi	72
Tabel 30 Tipe emulsi serum NLC hidrolisat kolagen	73
Tabel 31 warna serum NLC-HC selama penyimpanan 4 minggu	73
Tabel 32 tekstur serum NLC-HC selama penyimpanan 4 minggu	73
Tabel 33 Homogenitas serum NLC-HC selama penyimpanan 4 minggu	74
Tabel 34 Stabilitas daya sebar NLC-HC selama penyimpanan 4 minggu	74
Tabel 35 Hasil pengamatan efektivitas kelembaban kulit serum NLC hidrolisat kolagen	75
Tabel 36 Hasil uji iritasi serum NLC hidrolisat kolagen	76

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Tahapan penelitian	10
Gambar 2 Tahapan ekstraksi kolagen dari kulit ikan patin	19
Gambar 3 Derajat pengembangan (DP) kulit ikan patin. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$)	22
Gambar 4 Rendemen kolagen kulit ikan patin	23
Gambar 5 SEM kolagen kulit ikan patin (A) perbesaran 2500x; (B) perbesaran 5000x	26
Gambar 6 Hasil SDS-PAGE kolagen kulit ikan patin (K) kolagen, (M) marker.	27
Gambar 7 Spektra inframerah kolagen kulit ikan patin	28
Gambar 8 Tahapan hidrolisis kolagen	34
Gambar 9 Derajat hidrolisis hidrolisat kolagen berbagai perlakuan (konsentrasi enzim dan durasi hidrolisis sonikasi, huruf superscript yang berbeda menunjukkan nilai yang berbeda nyata ($P < 0,05$) pada pola arsir yang sama	37
Gambar 10 Kapasitas antioksidan metode DPPH pada hidrolisat kolagen dengan berbagai perlakuan (konsentrasi enzim alkalase dan papain serta durasi sonikasi), huruf yang berbeda memiliki nilai yang berbeda nyata ($P < 0,05$)	39
Gambar 11 Spektra inframerah hidrolisat kolagen kulit ikan patin	43
Gambar 12 Bobot molekul hidrolisat kolagen (papain): M (marker) dan P (papain)	44
Gambar 13 Bobot molekul hidrolisat kolagen (alkalase): M (marker) dan A (Alkalase)	45
Gambar 14 Morfologi hidrolisat kolagen (a) hidrolisat kolagen (alkalase) 1000x; (b) hidrolisat kolagen (alkalase) 2000x; (c) hidrolisat kolagen kulit ikan alaska pollack tanpa fraksinasi (UAE) (Lee <i>et al.</i> 2022); (d) hidrolisat kolagen kulit ikan alaska pollack 10-30 kDa (UAE) (Lee <i>et al.</i> 2022)	46
Gambar 15 Tahapan pembuatan NLC h-kolagen	52
Gambar 16 TEM hidrolisat kolagen (alkalase) 5300x (A); hidrolisat kolagen (alkalase) 4300x (B); TEM NLC-Apigenin (C) (Wang <i>et al.</i> 2023); TEM NLC-Evafirenz (D) (Makoni <i>et al.</i> 2019)	59
Gambar 17 Tahapan penelitian pembuatan serum NLC h-kolagen	66
Gambar 18 Penampakan serum NLC hidrolisat kolagen	68

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Prosedur komposisi kimia kulit ikan patin	111
Lampiran 2	Hasil analisis ragam derajat pengembangan kulit ikan patin	113
Lampiran 3	Hasil analisis ragam rendemen kulit ikan patin	113
Lampiran 4	Hasil analisis ragam derajat hidrolisis h-kolagen HCA	114
Lampiran 5	Hasil analisis ragam derajat hidrolisis h-kolagen HCP	114
Lampiran 6	Hasil analisis ragam aktivitas antioksidan h-kolagen HCA	115
Lampiran 7	Hasil analisis ragam aktivitas antioksidan h-kolagen HCP	116
Lampiran 8	Hasil analisis ragam pH NLC h-kolagen HCA	116
Lampiran 9	Hasil analisis ragam pH NLC h-kolagen HCP	117
Lampiran 10	Hasil analisis ragam viskositas NLC h-kolagen HCA	117
Lampiran 11	Hasil analisis ragam viskositas NLC h-kolagen HCP	118
Lampiran 12	hasil analisis ragam ukuran partikel NLC h-kolagen HCA	118
Lampiran 13	Hasil analisis ragam ukuran partikel NLC h-kolagen HCP	119
Lampiran 14	Hasil analisis ragam PDI NLC h-kolagen HCA	119
Lampiran 15	Hasil analisis ragam PDI NLC h-kolagen HCP	120
Lampiran 16	Hasil analisis ragam ZP NLC h-kolagen HCA	120
Lampiran 17	Hasil analisis ragam ZP NLC h-kolagen HCP	121
Lampiran 18	Hasil analisis ragam daya sebar NLC h-kolagen HCA	121
Lampiran 19	Hasil analisis ragam daya sebar NLC h-kolagen HCP	122
Lampiran 20	Hasil analisis ragam pH serum NLC h-kolagen	122
Lampiran 21	Hasil analisis ragam viskositas serum NLC h-kolagen	123
Lampiran 22	Hasil analisis ragam daya sebar serum NLC h-kolagen	123
Lampiran 23	Hasil analisis ragam efektivitas kelembaban serum NLC h-kolagen	124

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH

Serum rendah	= sediaan dengan zat aktif konsentrasi tinggi yang memiliki viskositas rendah
NLC	= <i>Nanostructured lipid carrier</i>
DPPH	= senyawa radikal 2,2- <i>diphenyl-1-picrylhydrazyl</i> yang dapat digunakan sebagai indikator proses reduksi senyawa antioksidan
IC ₅₀	= konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50 % radikal bebas
H-kolagen	= hidrolisat kolagen hasil hidrolisis kolagen kulit ikan patin
PaSC	= kolagen kulit ikan patin larut papain
PDI	= indeks polidispersitas
ZP	= zeta potensial
PSA	= <i>Particle size analyzer</i>
FE-SEM	= <i>Field emission scanning electron microscopes</i>
TEM	= <i>Transmission electron microscopy</i>