

**OPTIMASI SENSORI DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
FORMULA CAJUPUTS® CANDY DENGAN PENAMBAHAN
PLANT-DERIVED EXOSOME-LIKE NANOPARTICLES JAHE
EMPRIT (*Zingiber officinale* Var. *Amarum*)**

AFINI RIZKYANA



**DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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 suatu masalah
 - 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 SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "Optimasi Sensori dan Aktivitas Antioksidan Formula Cajuputs[®] *Candy* dengan Penambahan *Plant-Derived Exosome-Like Nanoparticles* Jahe Emprit (*Zingiber officinale* Var. *Amarum*)" 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 skripsi ini.

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

Bogor, Mei 2025

Afini Rizkyana
F2401201111



ABSTRAK

AFINI RIZKYANA. Optimasi Sensori dan Aktivitas Antioksidan Formula Cajuputs® Candy dengan Penambahan *Plant-Derived Exosome-Like Nanoparticles* Jahe Emprit (*Zingiber officinale* Var. Amaram). Dibimbing oleh CHRISTOFORA HANNY WIJAYA dan YULIANA MARIA DIAH RATNADEWI.

Permen Cajuputs® terus dikembangkan untuk meningkatkan nilai produk dan manfaat kesehatan. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan formula permen Cajuputs® dengan penambahan nanopartikel, yaitu eksosom asal tumbuhan (*Plant-Derived Exosome-Like Nanoparticles*/PDEN) dari *Zingiber officinale* var. Amaram (jahe emprit) untuk meningkatkan aktivitas antioksidan serta penerimaan sensori. Optimasi dilakukan menggunakan metode *D-optimal mixture design* dengan perangkat lunak Design Expert 13.0®. Variabel bebas yang digunakan adalah air dan PDEN jahe emprit, dengan respons yang diamati meliputi aktivitas antioksidan (IC₅₀) dan atribut sensori warna, aroma, rasa, tekstur, serta persepsi keseluruhan. Formula optimum diperoleh pada komposisi 0,98 mL PDEN dan 24,8 mL air pada nilai *desirability* 0,903. Formula ini menunjukkan aktivitas antioksidan (IC₅₀) sebesar 41.175 ppm, lebih baik dibandingkan permen komersial (105.017,5 ppm). Uji hedonik menunjukkan nilai atribut warna sebesar 5,8 (suka hingga sangat suka), aroma 5,1 (suka hingga sangat suka), rasa 5,9 (suka hingga sangat suka), keseluruhan 5,9 (suka hingga sangat suka), dan tekstur 5,1 (suka hingga sangat suka). Hasil sensori hedonik formula optimum permen Cajuputs® dengan penambahan PDEN jahe emprit menunjukkan peningkatan kesukaan terhadap atribut aroma, rasa, dan keseluruhan, meskipun tekstur permen lebih lunak. Penambahan PDEN jahe memberikan efek pelunakan dan sifat higroskopis akibat keberadaan PBS yang menurunkan *glass transition temperature* (Tg) matriks gula. Penambahan PDEN jahe menghasilkan permen Cajuputs® dengan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dan penerimaan sensori yang baik, meskipun stabilitas tekstur selama penyimpanan memerlukan perhatian lebih lanjut.

Kata kunci: D-optimal, IC₅₀ antioksidan, jahe emprit, *plant-derived exosome-like particles*

ABSTRACT

AFINI RIZKYANA. *Sensory and Antioxidant Activity Optimization of Cajuputs[®] Candy Formula with Plant-Derived Exosome-Like Nanoparticles of Jahe Emprit (Zingiber officinale Var. Amarum) Addition. Supervised by CHRISTOFORA HANNY WIJAYA and YULIANA MARIA DIAH RATNADEWI*

Cajuputs[®] candy continues to be improved to increase product value and health benefits. This study aimed to optimize the Cajuputs[®] candy formula by adding plant-derived exosome-like nanoparticles (PDEN) from Zingiber officinale var. Amarum to enhance antioxidant activity and sensory acceptance. Optimization was conducted using the D-optimal mixture design method with Design-Expert 13.0 software. Independent variables included are water and emprit ginger PDEN. Observed responses included antioxidant activity (IC_{50}) and sensory attributes such as color, aroma, taste, texture, and overall perception. The optimum formula achieved a desirability value of 0.903 with 0.98 mL of PDEN and 24.8 mL of water. This formula exhibited antioxidant activity (IC_{50}) of 41175 ppm, outperforming the commercialized candy (105017.5 ppm). The hedonic evaluation showed the results with a color attribute value of 5.8 (like moderately to like), the aroma of 5.1 (like moderately to like), the taste of 5.9 (like moderately to like), overall of 5.9 (like moderately to like), and texture of 5.1 (like moderately to like). Hedonic evaluation of the optimum formula for Cajuputs[®] candy with ginger PDEN addition revealed an increased preference for aroma, taste, and overall, though the texture was softer. The addition of ginger PDEN contributed to a softer effect and hygroscopic properties, as observed in PBS, thereby lowering the T_g of the sugar matrix. The addition of ginger PDEN produces Cajuputs[®] candy with higher antioxidant activity and good sensory acceptance, though its impact on texture stability during storage requires further consideration.

Keywords: *D-optimal, emprit ginger, IC_{50} antioxidant, plant-derived exosome-like particles*

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 suatu masalah
 - 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 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 suatu masalah
 - 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 2025
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.

**OPTIMASI SENSORI DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
FORMULA CAJUPUTS® CANDY DENGAN PENAMBAHAN
PLANT-DERIVED EXOSOME-LIKE NANOPARTICLES JAHE
EMPRIT (*Zingiber officinale* Var. *Amarum*)**

AFINI RIZKYANA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknologi Pangan

**DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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 suatu masalah
 - 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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1 Dr. Ing. Dase Hunaefi, S.T.P., M.Food.St

Judul Skripsi : Optimasi Sensori dan Aktivitas Antioksidan Formula Cajuputs[®]
Candy dengan Penambahan *Plant-Derived Exosome-Like*
Nanoparticles Jahe Emprit (*Zingiber officinale* Var. Amaram)

Nama : Afini Rizkyana
NIM : F2401201111

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. C. Hanny Wijaya, M.Sc.
NIP: 196004221983032003



Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Yuliana Maria Diah Ratnadewi
DEA.
NIP: 195703261981032001



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Eko Hari Purnomo, S.T.P., M.Sc
NIP: 197604121999031004



Tanggal Ujian:
Rabu, 19 Februari 2025

Tanggal Lulus:



@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 suatu masalah
 - 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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2023 sampai bulan Desember 2024 ini ialah Optimasi Sensori dan Aktivitas Antioksidan Formula Cajuputs® Candy dengan Penambahan *Plant-Derived Exosome-Like Nanoparticles* Jahe Emprit (*Zingiber officinale* Var. *Amarum*). Penyusunan skripsi ini tidak luput dari rahmat Allah SWT, bantuan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

- 1) Prof. Dr. Ir. C. Hanny Wijaya, M.Sc selaku dosen pembimbing pertama dan Prof. Dr. Ir. Yuliana Maria Diah Ratnadewi DEA selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan pengertian luar biasa, bimbingan, saran, nasihat, dan dukungan penuh kepada penulis selama penelitian hingga selesainya penyusunan skripsi ini,
- 2) Dr. Ing. Dase Hunaefi, S.T.P., M.Food.St yang telah bersedia menjadi dosen penguji pada ujian tugas akhir penulis,
- 3) Papa, Mama, dan Nadira, yang tidak pernah absen dalam memberikan semangat, doa, dan afirmasi positif kepada penulis,
- 4) Bapak dan Ibu teknisi Laboratorium Pengolahan Pangan, Laboratorium Evaluasi Sensori, Laboratorium Rekayasa Proses Pangan I Departemen ITP, dan Laboratorium Terpadu Departemen Biologi, yang selalu membantu penulis selama penelitian,
- 5) Kak Mita dan Lies sebagai teman seperjuangan penulis dalam penelitian PDEN,
- 6) Teman-teman yang senantiasa membantu, memotivasi, dan menemani penulis selama penelitian (Acel, Stendy, Savin, Izzu, Esaka, CK, Naila, Nasywa, Aliya, Fathan, Ghisya, Balqis, Zahragi, Flora, Elsyifa, Fayyadh, Jule, Nada, Rani, Maulida), Masyarakat Tembok Biru, teman-teman kos GIC, kakak-kakak di Technopark, dan Meben.

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

Bogor, Mei 2025

Afini Rizkyana



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR LAMPIRAN	iv
GLOSARIUM	v
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Permen Cajuputs®	4
2.2 Minyak Kayu Putih	4
2.3 Minyak <i>Pepermint</i>	4
2.4 Sukrosa	5
2.5 Sirup Glukosa	5
2.6 Jahe Emprit	5
2.7 <i>Plant-derived exosome-like nanoparticles (PDEN)</i>	6
2.8 Antioksidan	7
2.9 <i>Mixture Design</i>	8
2.10 Evaluasi Sensori	8
2.11 <i>Balanced Incomplete Block Design</i>	9
III METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Bahan dan Alat	10
3.3 Tahapan Penelitian	10
3.3.1 Isolasi PDEN jahe emprit	10
3.3.2 Uji coba pembuatan permen Cajuputs® dengan penambahan PDEN jahe emprit	12
3.3.3 Optimasi formula permen Cajuputs® dengan penambahan PDEN jahe emprit	13

3.3.4	Pembandingan formula optimum permen Cajuputs [®] penambahan PDEN jahe emprit dengan varian original dan komersial	14
3.4	Metode Analisis	14
3.4.1	Uji rating hedonik	14
3.4.2	Uji ranking hedonik	15
3.4.3	Analisis ukuran partikel	15
3.4.4	Analisis aktivitas antioksidan DPPH	15
3.4.5	Analisis tekstur (<i>hardness</i>)	16
IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1	Hasil isolasi PDEN jahe emprit	17
4.2	Uji coba pembuatan permen Cajuputs [®] penambahan PDEN jahe emprit	18
4.3	Optimasi formula permen Cajuputs [®] dengan penambahan PDEN jahe emprit	19
4.3.1	Penentuan batas atas dan batas bawah	19
4.3.2	Rancangan formula rekomendasi Design Expert 13.0 [®]	20
4.3.3	Hasil penetapan formula optimum	27
4.3.4	Verifikasi formula optimum	28
4.4	Perbandingan penerimaan sensori dan aktivitas antioksidan pada permen Cajuputs [®] formula optimum dengan penambahan PDEN jahe emprit, formula original, dan permen komersial	30
V	SIMPULAN DAN SARAN	38
5.1	Simpulan	38
5.2	Saran	38
	DAFTAR PUSTAKA	39
	LAMPIRAN	45
	RIWAYAT HIDUP	58

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 suatu masalah
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 TABEL

1	Contoh variasi formula pembuatan permen Cajuputs® penambahan PDEN jahe emprit	13
2	Ukuran, indeks polidispersitas dan transmisi PDEN jahe emprit hasil	17
3	Karakteristik sensori Cajuputs® dengan variasi formula penambahan PDEN jahe emprit	18
4	Batas atas dan batas bawah variabel bebas	20
5	Saran Runs oleh Design Expert 13.0	20
6	Hasil pengukuran respon uji sensori hedonik	21
7	Kriteria optimasi permen Cajuputs® dengan penambahan PDEN jahe emprit	28
8	Rekomendasi formula optimum yang diperoleh Design Expert 13.0®	28
9	Hasil verifikasi dan nilai <i>confidence interval</i> (CI) formula permen	29

DAFTAR GAMBAR

1	Tahapan isolasi PDEN jahe emprit	11
2	Pembuatan permen Cajuputs®	12
3	PDEN jahe emprit	17
4	Permen Cajuputs® dengan penambahan PDEN 0,1 mL	19
5	Permen Cajuputs® dengan penambahan PDEN 0,5 mL	19
6	Permen Cajuputs® dengan penambahan PDEN 1 mL	19
7	Model grafik <i>two component mix</i> respon warna	22
8	Model grafik <i>two component mix</i> respon rasa	23
9	Model grafik <i>two component mix</i> respon aroma	24
10	Model grafik <i>two component mix</i> respon tekstur	24
11	Model grafik <i>two component mix</i> respon keseluruhan	25
12	Model grafik <i>two component mix</i> respon aktivitas antioksidan	26
13	Model grafik <i>two component mix</i> respon <i>hardness</i>	27
14	Hasil uji hedonik atribut sensori warna terhadap sampel dengan	31
15	Hasil uji hedonik atribut sensori aroma terhadap sampel dengan	32
16	Hasil uji hedonik atribut sensori rasa terhadap sampel dengan formula	33

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 suatu masalah
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.



17	Hasil uji hedonik atribut sensori tekstur terhadap sampel dengan	34
18	Hasil uji hedonik atribut sensori keseluruhan terhadap sampel dengan formula optimum, sampel original, dan sampel komersil	35
19	Ranking hedonik sampel dengan formula optimum, sampel original,	36
20	Perbandingan nilai aktivitas antioksidan (IC ₅₀) terhadap sampel	37

DAFTAR LAMPIRAN

1	Formulir uji rating hedonik	45
2	Formulir uji ranking hedonik	49
3	Hasil analisis ragam (ANOVA) serta uji lanjutan Duncan pada atribut sensori warna pada permen Cajuputs® komersil, permen Cajuputs® dengan formula original, dan permen Cajuputs® formula optimum	50
4	Hasil analisis ragam (ANOVA) serta uji lanjutan Duncan pada atribut sensori aroma pada permen Cajuputs® komersil, permen Cajuputs® dengan formula original, dan permen Cajuputs® formula optimum	51
5	Hasil analisis ragam (ANOVA) serta uji lanjutan Duncan pada atribut sensori rasa pada permen Cajuputs® komersil, permen Cajuputs® dengan formula original, dan permen Cajuputs® formula optimum	52
6	Hasil analisis ragam (ANOVA) serta uji lanjutan Duncan pada atribut sensori tekstur pada permen Cajuputs® komersil, permen Cajuputs® dengan formula original, dan permen Cajuputs® formula optimum	53
7	Hasil analisis ragam (ANOVA) serta uji lanjutan Duncan pada atribut sensori keseluruhan pada permen Cajuputs® komersil, permen Cajuputs® dengan formula original, dan permen Cajuputs® formula optimum	54
8	Nilai mean rank uji ranking, hasil uji Friedman Ranking, dan perhitungan LSDrank	55
9	Nilai antioksidan dan kurva standar asam askorbat	56

GLOSARIUM

Colitis Peradangan pada mukosa usus besar yang dapat disebabkan oleh infeksi atau gangguan inflamasi lainnya

H₂O₂ Hidrogen peroksida, molekul reaktif yang berfungsi sebagai oksidan kuat dan dapat memicu stres oksidatif pada sel.

Inward Budding Proses pembentukan vesikel kecil di dalam sel, di mana membran melipat ke dalam dan menciptakan kantong yang mengelilingi protein, lipid, atau RNA

MDA Malondialdehida, produk akhir dari peroksidasi lipid yang digunakan sebagai indikator kerusakan oksidatif seluler.

MPO Myeloperoxidase, enzim dalam sel darah putih yang apabila menghasilkan spesies oksigen reaktif (ROS) berlebih dapat memicu stres oksidatif.

MVBs *Multivesicular Bodies*, kompartemen intraseluler yang berfungsi sebagai tempat pembentukan eksosom melalui proses inward budding membran.

Nanovesikel Partikel sangat kecil yang membawa molekul bioaktif untuk komunikasi antar sel.

NO Nitrogen monoksida, molekul gas pengatur pembuluh darah, transmisi sinyal saraf, dan respons imun.

PBS Larutan penyangga yang mengandung fosfat dan garam untuk menjaga pH tetap stabil dalam berbagai aplikasi biologis dan kimia.

PDI *Polydispersity index*, parameter yang mengukur homogenitas ukuran partikel dalam suatu larutan.

Sitokin Protein kecil yang berperan sebagai mediator dan regulator dalam respon imun dan inflamasi.

TNF- α *Tumor Necrosis Factor-Alpha*, sitokin proinflamasi yang terlibat dalam respon imun dan patogenesis penyakit inflamasi.

Trehalose Gula disakarida yang digunakan sebagai agen pelindung stabilitas membran selama proses pembekuan atau pengeringan.

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 suatu masalah
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.