



9 772686 250000

e-ISSN : 2686-2506



Formulasi Tablet Kunyah Kombinasi Tepung Cangkang Telur dan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera* L.)

Erni Rustiani*, Dea Muthia Zahara Zulkarnaen, Septia Andini

Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Pakuan, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

*E-mail : ernirustiani@unpak.ac.id

(Submit 05/11/2024, Revisi 13/11/2024, Diterima 04/12/2024, Terbit 18/12/2024)

Abstrak

Cangkang telur memiliki kandungan kalsium dan magnesium sedangkan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) mengandung mineral seperti kalsium dan zinc. Kedua bahan alam tersebut mengandung kalsium yang bila dikombinasikan bermanfaat sebagai suplemen untuk kesehatan tulang sehingga agar mudah digunakan bagi pasien maka diformulasikan dalam bentuk tablet kunyah. Pemilihan bentuk tablet kunyah karena dapat digunakan untuk pasien yang sulit menelan obat konvensional seperti anak-anak dan lansia, memiliki onset yang lebih cepat, dan dapat digunakan tanpa harus menyiapkan air. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formula tablet kunyah yang paling disukai oleh panelis berdasarkan sifat mutu fisik tablet dan uji hedonik, serta menentukan nilai kadar kalsium dan zinc dalam tablet dan ekstrak. Tablet kunyah dibuat dengan metode granulasi basah dengan berbagai jenis pemanis yaitu F1 (Aspartam), F2 (*Xylitol*), F3 (*Stevia*). Evaluasi granul meliputi uji laju alir, sudut istirahat, indeks kompresibilitas serta rasio hausner. Hasil granul yang diperoleh sangat baik dan mudah mengalir. Evaluasi mutu tablet meliputi uji organoleptik, keseragaman ukuran, keseragaman bobot, kekerasan, kerapuhan, waktu hancur tablet, serta penetapan kadar kalsium dan *zinc*. Hasil ketiga formula tablet kunyah memiliki bentuk bulat cembung, warna hijau muda, bau khas aromatik dan rasa manis. Keseragaman ukuran dan bobot tablet kunyah memenuhi persyaratan Farmakope Indonesia. Analisis statistik memperlihatkan bahwa perbedaan jenis pemanis tidak mempengaruhi mutu tablet kunyah berdasarkan nilai kekerasan (sig. 0,345 > 0,05), kerapuhan (sig. 0,404 > 0,05), dan waktu hancur tablet (sig. 0,875 > 0,05). Sedangkan hasil uji hedonik menunjukkan bahwa perbedaan jenis pemanis mempengaruhi penilaian rasa dan aroma tablet kunyah (sig. 0,00 < 0,05). Kesimpulannya bahwa tablet kunyah kombinasi tepung cangkang telur dan ekstrak daun kelor dengan pemanis Aspartam (F1) merupakan formula yang paling disukai oleh 20 orang panelis dan memiliki kadar kalsium sebesar 4,0090% dan *zinc* 0,00080%.

Kata kunci: Cangkang telur, Kalsium, *Stevia*, Aspartam, *Zinc*

Pendahuluan

Telur sudah menjadi kebutuhan pangan dan olahan bahan pangan yang dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia, hal ini menyebabkan tingkat limbah cangkang telur meningkat setiap tahunnya dan hanya berakhir di tempat pembuangan sampah banyak masyarakat yang belum mengetahui manfaat dari cangkang telur bahwa kandungan gizi pada cangkang telur yang tidak kalah dengan kandungannya tersebut, dapat dimanfaatkan menjadi sumber suplemen kalsium bagi kesehatan masyarakat di Indonesia (1).

Cangkang telur berpotensi menjadi salah satu sumber nutrisi kalsium karena dalam kandungan cangkang telur terdapat kalsium karbonat 93%, kalsium 37,3%, dan magnesium 0,40% (2). Hasil penetapan kadar kalsium dalam 100gram tepung cangkang telur menggunakan metode SSA (Spektrofotometer Serapan Atom) diperoleh kandungan 7,2gram kalsium (3). Penelitian lain pada tikus betina yang mengalami osteoporosis dan diberi kalsium dari cangkang telur ayam dosis 108 mg/KgBB terjadi peningkatan kadar kalsium darah (4).

Selain cangkang telur, tanaman daun kelor mengandung kalsium yang ditentukan menggunakan metode SSA (Spektrofotometer Serapan Atom) bahwa 100gram daun kelor terdapat kandungan 4354 mg kalsium (5) sedangkan kandungan zinc sekitar 2,01 mg (6). Hasil penelitian farmakologi terhadap respon ekstrak etanol daun kelor pada tulang mandibula tikus (*Rattus norvegicus*) yang terpapar cahaya lampu fluoresen ternyata terjadi peningkatan jumlah sel osteosit dan dapat mempertahankan matriks tulang sehingga massa tulang tetap terjaga (7). Penelitian lain bahwa ekstrak daun kelor dosis 200 mg/Kg BB pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) memiliki efek anti-osteoporosis yang kuat serta berpotensi sebagai regeneratif penyembuhan tulang (8). Kombinasi keduanya akan memberikan sumber kalsium yang terbanyak dari cangkang telur dan mikronutrien tambahan dari daun kelor. Vitamin C yang ada dalam daun kelor akan membantu penyerapan kalsium, sedangkan magnesium dan fosfor akan membantu memaksimalkan penggunaan kalsium dari cangkang telur. Adapun kalsium diperlukan untuk mendukung metabolisme tulang dan mencegah pengeroposan. Daun kelor juga memiliki sifat antiinflamasi yang dapat membantu mencegah peradangan sendi dan jaringan tulang. Pemanfaatan cangkang telur merupakan langkah berkelanjutan untuk mengurangi limbah organik. Kombinasi ini dibuat dalam bentuk tablet kunyah untuk mendukung kesehatan tulang dan tubuh secara keseluruhan.

Formulasi tablet kunyah didesain secara mekanik untuk terjadinya proses disintegrasi atau disolusi di dalam mulut, yang dapat mempercepat proses absorpsi obat di dalam tubuh (9). Sehingga faktor yang penting dalam formulasi adalah pemilihan pemanis yang tepat. Pemanis digunakan untuk meningkatkan rasa dan palatabilitas, meningkatkan kesan menyenangkan pada pengguna dan menutupi rasa bahan aktif yang tidak enak. Penggunaan pemanis yang tepat dapat meningkatkan penerimaan tablet kunyah oleh pasien terutama anak-anak. Pemanis alami yang dapat digunakan adalah sukrosa dan glukosa, sedangkan pemanis buatan atau sintetik adalah aspartam, sukralosa, *acesulfame*, sorbitol, mannitol dan xylitol.

Penelitian ini menggunakan aspartam, *xylitol*, dan stevia. Aspartam memiliki tingkat kemanisan 160-220 kali dari sukrosa sehingga dengan jumlah yang sedikit

dapat menghasilkan rasa manis yang cukup (10). Aspartam mampu meningkatkan sistem rasa dan dapat digunakan untuk menutupi rasa yang tidak enak pada sediaan farmasi termasuk tablet (11). *Xylitol* memiliki tingkat kemanisan yang setara dengan sukrosa, selain sebagai pemanis, *xylitol* juga dapat memberikan pengaruh terhadap sifat mutu fisik tablet berdasarkan parameter kekerasan, kerapuhan, dan waktu hancur tablet dikarenakan sifat dari karakteristik *xylitol* sendiri yaitu bersifat *binder* yang berbentuk serbuk kristal dan mampu memadatkan granul pada saat dikempa sehingga kekerasan tablet meningkat (12). Penelitian tentang *xylitol* (13) sebagai pemanis memberikan pengaruh terhadap kekerasan dan kerapuhan tablet. Stevia memiliki tingkat kemanisan 110-270 kali dari sukrosa, keunggulan stevia merupakan bahan pemanis alami yang dapat menutupi rasa yang kurang menyenangkan dari obat, tidak mudah rusak dalam suhu pemanasan hingga 100°C. Stevia memiliki nilai kalori yang lebih rendah dibandingkan dengan sukrosa sehingga aman digunakan oleh penderita diabetes (10). Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini membuat formulasi sediaan tablet kunyah kombinasi tepung cangkang telur dan ekstrak daun kelor menggunakan variasi jenis pemanis. Tablet kunyah dengan variasi pemanis memungkinkan pencapaian profil rasa yang optimal dan memberikan pilihan yang lebih fleksibel untuk berbagai segmen pasar pengguna. Evaluasi sifat mutu fisik tablet dilakukan untuk menentukan kualitas tablet yang diperoleh dan uji kesukaan panelis (hedonik).

Metode

Alat

Alat-alat yang digunakan yaitu alat – alat gelas (Pyrex), oven, timbangan analitik (LabPRO), *vaccum dryer* (Ogawa), Tanur (DAIHAN), mesin cetak tablet (LABTRON), *moisture balance analyzer* (AND MX 50), *friabilator tester* (Panjaya Teknik®), *hardness tester* (Schleuniger-2E®), SSA (Spektrofotometer Serapan Atom) (GBC Senss AA), *Tap Densitymeter* (USP 315-2E Bulk Density Tester®), dan *disintegration tester* (Vanguard Pharmaceutical Machinery Inc USA ®).

Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cangkang telur ayam yang diperoleh dari toko Roti di daerah Cimanggu, Kota Bogor. Daun kelor segar diperoleh dari pohon di sekitar Insitut Pertanian Bogor (IPB) dan bahan tambahan untuk formulasi tablet adalah manitol (*AbMole*), sorbitol (*Sisco Research Laboratories*), aspartam (*AbMole*), gelatin (*Eurotrade Commerce, SL*), Magnesium stearat, *peppermint oil* (Nature In Bottle), stevia (FWI Group), talkum (*Thermo Fisher*), *xylitol*. Bahan analisis Calcium standard solution (*Certipur* ®).

Pembuatan dan Karakteristik Mutu Simplisia dan Ekstrak

Pada pembuatan serbuk simplisia daun kelor digunakan daun kelor segar yang dikumpulkan dan dilakukan sortasi basah untuk memisahkan cemar atau pengotor dari daun kelor. Setelah daun kelor dicuci dibawah air mengalir kemudian dilakukan pengeringan menggunakan oven dengan suhu 40 °C.

Sortasi kering dilakukan untuk menghindari adanya kotoran yang menempel pada simplisia dengan memisahkan daun dari tangkainya. Simplisia kering yang diperoleh dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan mesh 30 kemudian ditimbang bobot serbuk dan dihitung rendemen simplisia kemudian disimpan dalam wadah tertutup rapat, kedap udara dan terdapat silika gel.

Serbuk simplisia dari daun kelor diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 96% perbandingan 1:10. Proses remaserasi dilakukan 3 x 24 jam. Filtrat hasil remaserasi dikumpulkan dan dikeringkan menggunakan *vacuum dryer* hingga diperoleh ekstrak kering. Penyimpanan ekstrak dalam wadah tertutup rapat dan terlindung dari cahaya, selanjutnya dilakukan perhitungan rendemen ekstrak.

Penetapan kadar air ekstrak kering daun kelor menggunakan metode gravimetri (14). Kadar air yang baik tidak boleh melebihi 10% (14). Penetapan kadar abu dengan menempatkan krus porselen dalam tanur dan pemijaran dilakukan pada suhu $\pm 600^{\circ}\text{C}$ sampai arang habis atau sampel berubah menjadi abu, lalu dilakukan pendinginan dan penimbangan sampel. Kadar abu yang diperoleh tidak lebih dari 4% (14).

Pembuatan dan Karakteristik Mutu Tepung Cangkang Telur

Pembuatan tepung cangkang telur dilakukan dengan mengumpulkan bagian luar cangkang yang keras dengan membran kulit telur masih menempel di dalamnya. Cangkang telur yang telah bersih lalu direbus selama 15-30 menit untuk membunuh bakteri patogen. Lalu bagian cangkang telur yang keras dipisahkan dari membran kulit telur berupa lapisan putih dan dipisahkan. Cangkang telur dikeringkan menggunakan oven 80°C selama 4 jam, lalu dihaluskan menggunakan blender kemudian diayak menggunakan ayakan mesh 100, hingga diperoleh tepung. Penyimpanan tepung cangkang telur dalam *freezer* agar tepung tetap dalam kondisi baik dan dapat tahan lama (3). Pengujian organoleptik tepung cangkang telur dilakukan pengamatan meliputi bau, bentuk, warna dan rasa serta dilakukan perhitungan rendemen.

Penetapan Kadar Kalsium dan Zinc

Penetapan kadar kalsium dan *zinc* dilakukan di laboratorium Balai Penelitian dan Rempah Obat (BALITRO), Bogor. Pengujian menggunakan alat SSA. Desktruksi basah dilakukan untuk ekstrak daun kelor, tepung cangkang telur dan tablet kunyah yang telah ditimbang sesuai jumlah. Proses destruksi dengan menambahkan asam nitrat ke dalam tabung desktruksi. Sampel dipanaskan pada suhu 150°C hingga busa yang terbentuk habis oleh pemanasan lalu, suhu destruksi dinaikkan secara bertahap hingga suhu 200°C dan asap nitrogen oksida yang berwarna oranye habis. Sampel ditambahkan campuran asam masing-masing 1 bagian yang sama (asam nitrat: asam klorida : asam perkolat) hingga asap putih klorin oksida habis dan terbentuk endapan mineral berwarna putih. Endapan hasil desktruksi diencerkan dengan akuades lalu dibiarkan semalam. Sampel hasil desktruksi dipreparasi dan diencerkan sesuai keperluan kemudian diukur dengan lampu katoda.

Selanjutnya dilakukan pengukuran deret larutan standar kalsium (Ca) dan Zinc (Zn), pembuatan larutan deret sampel Ca (kalsium) yaitu 3, 6, 9, 12, 15 mg/L dalam akuades, pengukuran absorbansi pada panjang gelombang maksimum 422,7 nm dengan alat SSA. Lalu larutan deret standar sampel Zinc (Zn) dibuat yaitu 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0;

2,5 mg/L dalam akuades, kemudian diukur absorbansi pada panjang gelombang maksimum 213,9 nm dengan alat SSA. Rumus penentuan kadar (1) yaitu:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{kosentrasi} \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{mL}}\right) \times \text{Volume (ml)} \times \text{Faktor Pengenceran}}{\text{Berat sampel (g)}} \dots\dots\dots(1)$$

Formula dan Metode Pembuatan Tablet

Tablet kunyah dibuat sebanyak 3 formula dengan perbedaan variasi jenis pemanis yaitu aspartam (F1), silitol (F2), dan stevia (F3). Setiap tablet mengandung tepung cangkang telur sebanyak 430 mg (53,75%) dan ekstrak daun kelor 80 mg (10 %), setiap tablet dibuat dengan bobot 800 mg. Pembuatan tablet kunyah menggunakan metode granulasi basah. Semua bahan diayak menggunakan ayakan mesh 30 kemudian ditimbang sesuai jumlah dalam Tabel 1.

Tabel 1. Formula Tablet Kunyah Kombinasi Tepung Cangkang Telur dan Ekstrak Daun Kelor

Nama Bahan	Fungsi	Formula (%) b/b		
		F1	F2	F3
Tepung Cangkang Telur	Zat aktif	53,75	53,75	53,75
Ekstrak Daun Kelor	Zat Aktif	10	10	10
Gelatin	Pengikat	5	5	5
Aspartam	Pemanis	3	-	-
Xylitol	Pemanis	-	20	-
Stevia	Pemanis	-	-	5
Mg Stearat	Lubrikan	2	2	2
Talkum	Lubrikan	2	2	2
Essence mint	Pengaroma	1	1	1
Manitol : Sorbitol (5:1) ad	Pengisi	100	100	100

Pembuatan larutan pengikat dengan cara gelatin yang sudah ditimbang ke dalam beaker glass ditambahkan dengan akuades suhu 40-60 °C hingga mengembang. Setelah menjadi larutan kental kemudian larutan pengikat ditambahkan ke fase dalam (campuran tepung cangkang telur, ekstrak daun kelor, manitol, sorbitol dan pengaroma mint serta masing- masing pemanis sesuai formula). Seluruh massa diaduk hingga terbentuk massa yang lembab dan kompak. Massa tersebut diayak menggunakan ayakan mesh 8 hingga terbentuk granul. Pengeringan granul basah di dalam oven dengan suhu 40-50°C. Granul yang sudah kering (kadar air 2-5%) diayak kembali menggunakan ayakan mesh 12, lalu ditambahkan fase luar seperti magnesium stearat dan talk yang telah ditimbang sesuai formula lalu dilakukan pencampuran hingga homogen.

Evaluasi Mutu Granul dan Tablet

Evaluasi Mutu Granul meliputi uji kadar air menggunakan alat *Moisture Balance*. Syarat kadar air granul < 5% (15). Uji alir granul dan sudut istirahat menggunakan alat *flow meter*. Uji kompresibilitas dilakukan menggunakan alat *tapping density tester*.

Pengujian organoleptik dilakukan dengan cara mengamati tablet secara langsung atau visual meliputi bentuk (bulat datar atau cembung), warna hijau muda, dan rasa manis. Pengujian Keseragaman bobot dilakukan dengan cara tablet ditimbang sebanyak 20 tablet lalu dihitung rata-rata tablet. Tidak ada satu tablet yang bobotnya menyimpang lebih dari 5% dan tidak satupun tablet yang menyimpang lebih dari 10%, maka bobot tablet dikategorikan seragam. Pengujian keseragaman ukuran tablet dilakukan menggunakan 20 tablet yang diukur diameter dan ketebalannya menggunakan jangka sorong. Syarat keseragaman ukuran kecuali dinyatakan lain diameter tablet tidak lebih dari 3 kali dan tidak kurang dari 1 1/3 kali tebal tablet (16).

Pengujian kekerasan tablet menggunakan alat *hardness tester*, menggunakan 10 tablet. Kekerasan tablet ditunjukkan dengan skala (kp), syarat kekerasan tablet antara 4-7 kp (17). Pengujian friabilitas atau kerapuhan tablet dengan alat friabilator (*friability tester*) yaitu alat diputar dengan kecepatan 25 putaran per menit selama 4 menit. Tablet dianggap baik apabila kerapuhan tidak lebih dari 1% (15). Pengujian waktu hancur tablet menggunakan alat *disintegration tester*. Penggunaannya yaitu satu tablet dimasukkan pada masing – masing tabung dari keranjang lalu dimasukkan cakram pada tabung dan alat dijalankan, medium menggunakan air dengan suhu 37° C. Waktu hancur adalah hal yang penting untuk tablet yang diberikan melalui mulut, kecuali tablet yang harus dikunyah sebelum ditelan dan beberapa jenis tablet lepas-lambat. Batas waktu hancur untuk berbagai jenis tablet tertera pada masing-masing monografi (19).

Pengujian hedonik terhadap tablet kunyah dilakukan terhadap 20 orang panelis dengan jenis kelamin perempuan dan laki-laki berumur 17-63 tahun. Parameter pengujian hedonik tablet kunyah berupa penilaian dari segi rasa dan aroma dari sampel tablet. Setelah mencicipi satu buah tablet kunyah dari masing-masing formula maka para panelis mengisi kuesioner yang telah disediakan. Kategori penilaian tingkat kesukaan didasarkan dengan skala numerik, yaitu: 5 (sangat suka), 4 (suka), 3 (netral/agak suka), 2 (tidak suka) dan 1 (sangat tidak suka) setelah didapatkan hasil uji kesukaan dianalisis dengan statistik menggunakan program SPSS.

Analisis Statistik

Seluruh data yang telah diperoleh dari hasil penelitian meliputi uji kerapuhan, kekerasan dan kesukaan (uji hedonik) dianalisis menggunakan metode statistik *one way ANOVA (Analysis Of Variance)*. Analisis statistik dalam penelitian ini yaitu uji ANOVA one way menggunakan software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versi 24. Uji ini memberikan gambaran hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat yang mempunyai Tingkat kepercayaan 95%. Metode yang digunakan adalah metode RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan variabel yang diuji adalah uji kekerasan, kerapuhan, waktu hancur, dan kesukaan (uji hedonik). Setelah data dianalisis menggunakan RAL, maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan.

Hasil

Serbuk simplisia daun kelor yang diperoleh memiliki nilai susut pengeringan yaitu $5,20 \pm 0,050\%$. Hasil tersebut memenuhi syarat karena susut pengeringan simplisia di bawah 10% (14). Setelah memenuhi syarat maka dilakukan pembuatan ekstrak daun

kelor menggunakan pelarut etanol 96% dengan metode maserasi. Hasil rendemen ekstrak kering daun kelor didapatkan 21,31%. Ekstrak kering daun kelor yang diperoleh memiliki warna hijau pekat kehitaman, aroma khas dan rasa pahit. Pengujian kadar air dilakukan menggunakan metode gravimetri, yang bertujuan untuk mengetahui banyaknya kandungan air yang terdapat dalam ekstrak daun kelor. Jumlah kandungan air yang terlalu tinggi dalam ekstrak dapat memicu tumbuhnya mikroorganisme (20) sehingga dapat merusak kandungan ekstrak. Proses dari pengurangan kandungan kadar air dapat meningkatkan daya tahan ekstrak sehingga dapat disimpan lebih lama. Hasil rata-rata pengujian kadar air ekstrak kering daun kelor yaitu sebesar $3,65 \pm 0,212$ % yang memenuhi syarat yang telah ditetapkan yaitu kurang dari 10% (14). Pengujian kadar abu simplisia dan ekstrak kering daun kelor dilakukan secara duplo. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengetahui kandungan komponen yang tidak mudah menguap pada saat proses pembakaran. Semakin rendah jumlah kadar abu yang diperoleh, maka semakin tinggi tingkat kemurniannya. Nilai rata-rata pengujian kadar abu simplisia $7,180 \pm 1,478$ % dan ekstrak kering daun kelor $6,185 \pm 0,162$ %. Hasil tersebut memenuhi syarat kadar abu yaitu $< 9\%$ (14).

Hasil rendemen tepung cangkang telur diperoleh yaitu 80,45%, yang berada dalam range penelitian sebelumnya berkisar 78,37 – 98,62% (21). Tingginya rendemen tepung cangkang telur karena adanya komponen utama penyusun cangkang yang terdiri dari beberapa jenis mineral. Pengujian organoleptik tepung cangkang telur (Gambar 1.) memiliki warna putih sedikit krem, aroma khas, rasa sedikit sepat. Penetapan kadar kalsium dan *zinc* pada ekstrak kering daun kelor dan tepung cangkang telur menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) data hasil pengamatan terdapat di Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Kalsium dan *Zinc* pada Ekstrak Kering Daun Kelor, Tepung Cangkang Telur dan Tablet

Sampel	Kadar (%)	
	Kalsium (Ca)	Zinc (Zn)
ekstrak kering daun kelor	0,094	0,00163
tepung cangkang telur	33,26	-
kombinasi tepung cangkang telur dan ekstrak kering daun kelor	4,7031	-
Tablet kunyah	4,0090	0,00080



Gambar 1. Tepung Cangkang Telur

Pengujian granul meliputi kadar air, laju alir, sudut istirahat, dan kompresibilitas. Hasil evaluasi granul dapat dilihat pada Tabel 2. Secara umum, penggunaan pemanis tidak berpengaruh terhadap hasil evaluasi granul. Pengujian kadar air bertujuan untuk menentukan kandungan air yang tersisa dalam granul setelah proses pengeringan. Nilai kadar air dipengaruhi oleh lama waktu dan suhu pengeringan. Hasil pengujian kadar air dari ketiga formula tersebut memenuhi syarat yaitu kurang dari 5% (16). Pengujian laju alir granul bertujuan untuk mengetahui kemampuan granul mengalir pada proses pencetakan tablet. Aliran granul yang baik dapat berpengaruh terhadap keseragaman pengisian granul ke ruang cetak yang berakibat pada nilai keseragaman bobot tablet yang dihasilkan (16).

Tabel 3. Hasil Evaluasi Granul

Evaluasi Granul	Formula / Mean \pm SD		
	F1 (Aspartam)	F2 (Xylitol)	F3 (Stevia)
Kadar Air (%)	2,40 \pm 0,26	2,57 \pm 0,60	2,33 \pm 0,30
Laju Alir (g/s)	8,562 \pm 0,218	8,378 \pm 0,121	10,213 \pm 0,380
Sudut istirahat ($^{\circ}$)	28,41 \pm 1,17	28,33 \pm 1,78	27,59 \pm 3,11
Kompresibilitas (%)	8,87 \pm 1,36	7,08 \pm 1,47	7,50 \pm 1,70

Hasil ketiga formula berada dalam kategori aliran yang mudah mengalir dengan nilai rentang 4-10 g/detik. Pengujian hasil sudut istirahat granul untuk seluruh formula berada pada rentang 25 - 30 $^{\circ}$ dengan kategori aliran yang sangat baik. Pengujian kompresibilitas bertujuan dalam menentukan sifat bahan untuk membentuk massa yang stabil dan kompak bila diberi tekanan. Hasil uji kompresibilitas pada seluruh formula berada pada rentang 5-12% dengan kategori sangat baik.

Pengujian mutu tablet meliputi organoleptik, keseragaman bobot, ukuran, kekerasan, kerapuhan, waktu hancur dan uji hedonik. Hasil uji organoleptik tablet dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil evaluasi tablet dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 2. Tablet Kunyah Kombinasi Tepung Cangkang Telur dan Ekstrak Daun Kelor

Hasil organoleptik formula 1 dengan pemanis aspartam memiliki rasa manis namun tidak meninggalkan *after taste* seperti *xylitol* dan *stevia*. Formula 2 *xylitol* memiliki rasa dingin di mulut dan formula 3 *stevia* memiliki rasa agak pahit setelah dikunyah. Hasil pengujian keseragaman ukuran tablet dalam semua formula memenuhi persyaratan (17) yaitu diameter tablet tidak lebih dari tiga kali dan tidak kurang dari satu sepertiga

kali tebal tablet. Hasil uji keseragaman bobot menunjukkan bahwa seluruh formula tablet kunyah memenuhi persyaratan dengan nilai koefisien variasi yaitu <5%. Hasil pengujian kekerasan tablet pada semua formula memenuhi persyaratan untuk tablet kunyah yaitu 4 – 7 Kp (18). Tablet formula 2 (*xylitol*) memiliki kekerasan tablet yang lebih tinggi dibandingkan dengan tablet lainnya. Hasil pengujian kerapuhan tablet pada seluruh formula memenuhi syarat yaitu <1% (15). Hasil pengujian waktu hancur tablet seluruh formula memenuhi persyaratan waktu hancur tablet kunyah yang baik yaitu <30 menit (22). Hasil waktu hancur tablet data dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Evaluasi Tablet

Evaluasi Tablet	Formula/ Mean \pm SD		
	F1 (Aspartam)	F2 (Xylitol)	F3 (Stevia)
Keseragaman Bobot (mg)	873,1 \pm 0,007	879,2 \pm 0,009	867,2 \pm 0,006
Keseragaman Ukuran (cm)	0,675 \pm 0,098	0,483 \pm 0,067	0,460 \pm 0,033
Kekerasan Tablet (Kp)	6,071 \pm 0,414	6,149 \pm 0,397	5,965 \pm 0,377
Kerapuhan Tablet (%)	0,208 \pm 0,005	0,133 \pm 0,039	0,220 \pm 0,095
Waktu Hancur Tablet (Menit, detik)	29'43" \pm 0,130	29'45" \pm 0,300	29'39" \pm 0,149

Pengujian kesukaan tablet bertujuan untuk mengetahui penerimaan responden terhadap tablet kunyah yang bertujuan untuk membandingkan tablet pada formula mana yang paling dapat diterima oleh responden. Sebanyak 20 orang responden pria dan wanita dengan range usia 17 – 25 tahun diminta memberikan tanggapan mengenai penampilan, aroma dan rasa dari ketiga formula tablet kunyah yang dibuat dengan cara mengisi form yang telah disediakan. Setiap responden mendapat kesempatan untuk merasakan sampel dengan cara mengunyah tablet dari ketiga formula tablet kunyah yang diberikan. Penilaian pengujian hedonik ditentukan berdasarkan numerik (1) sangat tidak suka ; (2) tidak suka ; (3) cukup suka ; (4) suka dan (5) sangat suka. Hasil uji hedonik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Hedonik

Formula	Hasil Pengujian (Rata – rata)				
	Warna	Aroma	Rasa	Rata- rata	After Taste
1(Aspartam)	4,10 ^b	3,85 ^b	4,10 ^b	4,01	Manis
2(Xylitol)	3,50 ^a	3,60 ^b	3,00 ^a	3,36	Dingin
3 (Stevia)	3,45 ^a	3,05 ^a	2,90 ^a	3,13	Pahit

Keterangan: bila terdapat superskrip huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata antar formula di setiap parameter berdasarkan Uji lanjut *Duncan* pada taraf α 0,05.

Setelah didapatkan formula terbaik yaitu formula 1 (pemanis aspartam) maka dilakukan uji kadar kalsium dan *zinc* menggunakan alat SSA. Hasil penetapan kadar kalsium tablet 4,0090% dan kadar *zinc* tablet 0,00080%

Pembahasan

Penelitian ini menggunakan daun kelor dan cangkang telur segar yang diproses menjadi simplisia dan ekstrak daun kelor serta tepung cangkang telur. Penggunaan etanol 96% dalam proses maserasi agar pelarut lebih mudah masuk berpenetrasi ke dalam dinding sel sampel dibandingkan dengan pelarut etanol dengan konsentrasi lebih rendah (24). Pengujian mutu simplisia dan ekstrak meliputi susut pengeringan, kadar air dan kadar abu dan hasilnya memenuhi persyaratan (14). Formula 3 memiliki kadar air yang lebih kecil yang akan mempengaruhi kecepatan dalam aliran granul dibandingkan dengan formula lainnya. Kadar air tinggi (lembab) membuat gaya kohesi granul yang tinggi sehingga membuat lambatnya kecepatan alir granul (25).

Perbedaan hasil sudut istirahat granul karena perbedaan kadar air pada masing-masing formula. Granul yang memiliki kadar air rendah akan membentuk timbunan granul yang rendah membuat hasil sudut diam granul yang lebih kecil (26). Sedangkan hasil evaluasi granul secara umum, menunjukkan penggunaan pemanis tidak berpengaruh terhadap aliran granul dan seluruh formula menghasilkan granul dengan kategori alirannya baik sehingga layak untuk dikempa.

Setelah tablet dicetak maka dilakukan pengujian mutu tablet meliputi organoleptik, kekerasan, kerapuhan dan waktu hancur. Tablet kunyah kombinasi tepung cangkang telur dan ekstrak daun kelor pada semua formula memiliki bentuk bundar, permukaan atas cembung, memiliki warna hijau muda, berbau khas aromatik dan memiliki rasa kemanisan yang berbeda-beda. [Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan data terdistribusi normal](#) untuk parameter kekerasan (Sig). $0,200 > 0,050$, kerapuhan (Sig.) $0,200 > 0,05$, dan waktu hancur tablet (Sig). $0,200 > 0,05$. Hasil analisis variasi *one way* ANOVA diperoleh nilai (Sig). untuk kekerasan tablet $0,345 > 0,05$, kerapuhan $0,404 > 0,05$ dan waktu hancur $0,875 > 0,05$ yang menyatakan bahwa variasi pemanis setiap formula tidak berpengaruh nyata terhadap seluruh pengujian tersebut. Penggunaan pengikat pada setiap formula memberikan daya ikat antar granul dan kekompakan yang kuat sehingga menghasilkan kekerasan tablet yang sesuai untuk tablet kunyah (27). Data nilai kerapuhan tablet dan waktu hancur tablet sesuai dengan kekerasan tablet. Semakin tinggi kekerasan tablet maka semakin rendah kerapuhan tablet dan semakin lama waktu hancurnya. Tablet formula 2 dengan pemanis *xylitol* memiliki nilai kerapuhan baik dan rendah. Meningkatnya kekerasan tablet karena sifat *xylitol* yang bersifat lengket dan mampu sebagai pengikat yang dapat memadatkan granul pada saat dikempa sehingga kekerasan tablet meningkat (13). Waktu hancur berhubungan dengan kekerasan dan kerapuhan tablet. Semakin tinggi nilai kekerasan tablet maka waktu hancurnya semakin lama, sedangkan semakin tinggi nilai kerapuhan tablet sehingga waktu hancurnya akan semakin cepat (23).

Seluruh tablet kunyah yang dihasilkan diuji kesukaan (hedonik) meliputi parameter pengujian warna, aroma dan rasa. Pengujian ini penting karena dapat meningkatkan minat terhadap produk formula. Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan data terdistribusi normal $> 0,05$. Pada analisis variasi *one way* ANOVA untuk parameter

warna diperoleh nilai Sig 0,016 < 0,05 berarti adanya perbedaan yang nyata. Hasil uji lanjut *Duncan* menunjukkan bahwa F1 berbeda nyata dengan F2 dan F3. Formula 1 menunjukkan formula yang terbaik yaitu dengan nilai 4,10 karena memiliki warna yang paling disukai oleh panelis. Perbedaan warna dapat terjadi diduga karena perbedaan jenis pemanis yang mempengaruhi tampilan warna terhadap masing-masing formula. Semua formula memiliki warna hijau muda dengan bintik putih yang disebabkan karena penambahan fase luar yaitu mg stearat dan talk. Formula 3 dengan pemanis stevia memiliki warna lebih hijau dibandingkan dengan tablet lain. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa terdapat perbedaan warna yang dihasilkan pada saat menggunakan pemanis yang berbeda di masing-masing formula (26).

Aroma yang terdapat dalam formula berasal dari perisa mint yang bertujuan untuk menutupi aroma dari ekstrak daun kelor yang kurang menyenangkan. Setelah dianalisa diperoleh nilai Sig 0,002 < 0,05 yang artinya terdapat perbedaan nyata terhadap ketiga formula. Hasil uji lanjut *Duncan* menunjukkan bahwa F3 berbeda nyata dengan F2 dan F1. Formula 1 merupakan formula yang paling disukai panelis dari parameter aroma dengan nilai 3,85. Perbedaan jenis pemanis akan mempengaruhi aroma dari masing-masing formula, karena pemanis F3 (stevia) memiliki aroma seperti herbal (28) dan dapat juga dipengaruhi oleh bau khas aromatik dari ekstrak kering daun kelor.

Parameter rasa diperoleh nilai sig. 0,00 < α 0,05 artinya terdapat perbedaan yang nyata antar formula. Hasil uji lanjut *Duncan* menunjukkan bahwa F1 berbeda nyata dengan F2 dan F3. Formula 1 dengan pemanis aspartam merupakan formula yang paling disukai panelis dengan nilai 4,10. Aspartam tidak meninggalkan *after taste* seperti formula lainnya. Pada Formula 2 (*xylitol*) memberikan *after taste* yang tidak terlalu manis agak hambar namun meninggalkan rasa mentol atau sensasi dingin di mulut. Formula 3 (stevia) memiliki *after taste* manis namun meninggalkan rasa pahit hal ini karena banyaknya kandungan tanin yang terdapat pada stevia (29).

Kadar kalsium dalam suplemen yang beredar di pasaran bervariasi tergantung jenis produk dan tujuan penggunaannya. Biasanya, suplemen mengandung 250 – 1.200 mg kalsium per tablet atau kapsul. Kebutuhan harian kalsium untuk anak usia 1-8 tahun adalah 700 – 1000 mg sedangkan remaja, dewasa, lansia dan ibu hamil 1000-1300 mg. Batas toleransi untuk dewasa 2.500 mg/hari (untuk usia <50 tahun) dan 2.000 mg/hari (untuk usia >50 tahun). Dalam penelitian ini tablet kunyah dengan berat rata-rata 870 mg memiliki kandungan kalsium sebesar 4,0090% atau 35 mg per tablet. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan harian memerlukan lebih dari 10 tablet per hari. Namun kalsium tidak hanya diperoleh dari suplemen tetapi juga dari makanan yang dikonsumsi.

Hasil kadar kalsium dalam tablet lebih kecil dibandingkan dengan sebelum dibuat jadi tablet, penurunan menjadi 85,23% dari kadar awal. Sedangkan kadar *zinc* pada tablet juga mengalami penurunan menjadi 49,386 (Data terdapat di Tabel 2.) Penurunan kadar kalsium dan *zinc* dapat disebabkan beberapa faktor seperti interaksi antara bahan aktif dengan komponen lain dalam tablet, seperti pengikat, atau pengisi, yang dapat mengurangi stabilitasnya. Beberapa bahan aktif mungkin membentuk senyawa kompleks dengan kalsium atau *zinc* sehingga mengurangi ketersediaan hayati atau konsentrasinya (30).

Kesimpulan

Seluruh formula tablet kombinasi tepung cangkang telur dan ekstrak kering daun kelor dengan perbedaan variasi jenis pemanis (aspartam, *xylitol*, dan *stevia*) memiliki mutu fisik yang sama namun berdasarkan uji kesukaan (hedonik) maka F1 dengan pemanis aspartam yang paling disukai panelis. Kadar kalsium pada formula 1 yaitu 4,0090% dan kadar *zinc* 0,00080 %.

Daftar Pustaka

1. Puspitasari DR, Swasono HAM. Pengaruh Lama Perebusan Kulit Telur Pada Pembuatan Bubuk Suplemen Kalsium. *Jurnal Teknologi Pangan*. 2018, 9(1): 20-27.
2. Stademan JW, Cotterill JO. *Egg Science and Technology*. 4th Edition. New York : The Haworth Press, Inc; 2017.
3. Safitri IA, Muslihah N, Winarsih S. Kajian Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam Ras Terhadap Kadar Kalsium Viskositas dan Mutu Organoleptik Susu Kedelai. *Majalah Kesehatan*. 2014, 1(3): 149-160.
4. Nurhidayah. Analisa Kadar Kalsium Dalam Darah Tikus Betina (*Rattus norvegicus*) Ovariectomi yang Diberi Sari Kedelai yang Difortifikasi Dhaengan Kalsium dari Cangkang Telur Ayam Ras Secara Spektroskopi Serapan Atom. [skripsi]. Makassar (ID): Fakultas Farmasi, Universitas Hasanuddin Makassar. 2013.
5. Osuagwu OS, Ega RIA, Okoh T, Oyerinde AA. Comparative Studies of the Physicochemical Properties and Mineral Elements of *Moringa oleifera* Lam. Leaves in the Guinea Savannah of Nigeria. *International Journal of Agriculture and Biosciences*. 2014, 3 (6): 266-270.
6. Irwan Z. Kandungan Zat Gizi Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Berdasarkan Metode Pengeringan. *Jurnal Kesehatan Menarang*. 2020, 6 (1): 69-77.
7. Chairunas SD, Putri KM. Daya Fito-Respon Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Sel Osteosit dan Matriks Tulang Mandibula Tikus (*Rattus norvegicus*). *Cakradonya Dental Journal*. 2020, 12(2): 83-88.
8. Soliman T, Ali HZ, Zayed M, Sabry D, Abubakar N. The Anti-Osteoporotic Effect Of *Moringa Oleifera* Leaves Extract On Glucocorticoid Induced Jawbone Osteoporosis In Albino Rats. *Brazilian Dental Sciences*. 2021, 24 (4): 1-9,
9. Renu RCPJ, Balvinder S. Chewable Tablets: A Comprehensive Review. *The Pharma Innovation Journal*, 2015,4 (5), 100-105.
10. Nabors, LOB. *Alternative Sweeteners*. 3rd Edition. New York: Marcel Dekker, Inc; 2016.
11. Rowe RCP, Sheskey, Quinn, ME. *Handbook of Pharmaceutcal Excipients*. 8th Ed. London: The Pharmaceutical Press; 2017.
12. Patel H, Shah V, Upadhyay U. *New Pharmaceutical Excipients in Solid Dosage Forms – A Review*. *Life Sci*; 2011.
13. Saputra AS, Sulaiman SNT, Herowati R. Formulasi Orally Disintegrating Tablet Salbutamol Sulfat Menggunakan Pengisi F-Met Pemanis Xylitol dan Superdisintegrant Sistem Effervescent. *Jurnal Wiyata*. 2019, 6(1) :21- 30.

14. Farmakope Herbal Indonesia. II. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2017.
15. Lachman H, Lieberman J. Teori dan Praktek Farmasi Industri Terjemahan dari Teory and Practice of Industrial Pharmacy Oleh Siti Suyatmi, J. Kawira, Lis Aisyah. Jakarta: UI Press; 1994.
16. Hadisoewignyo L, A. Fudholi. Sediaan Solida. Yogyakarta: Pustaka Pelajar; 2013.
17. Farmakope Indonesia. Edisi IV. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat Dan Makanan ; 2014.
18. Parrot EZ. Pharmaceutical Technology-Fundamental Pharmaceutics. The United Stated of America: Burgess Publishing Company;1971.
19. Farmakope Indonesia. Edisi VI. Jakarta: Depkes RI; 2020.
20. Sinaga B, Sondak ES, Ningsih AW. Pengaruh Metode Pengeringan terhadap Kualitas Simplisia Daun Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.). *Jurnal Jamu Kusuma*. 2021, 1(2): 67-75. e-ISSN :2798-558x (online) p-ISSN : 2798-0332.
21. Yonata D, Aminah S, Hersoelistorini W. Kadar Kalsium dan Karakteristik Fisik Tepung Cangkang Telur Unggas dengan Perendaman Berbagai Pelarut. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 2017, 7(2): 82-93.
22. Agoes G. Pengembangan Sediaan Farmasi, Edisi Revisi, ITB, Bandung; 2008.
23. Sulaiman TNS. Teknologi dan Formulasi Sediaan Tablet. Edisi 1. Pustaka Labolatorium Teknologi Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta; 2007.
24. Wicaksono S, Santoso J, Prabandari, S. Pengaruh Perbedaan Metode Ekstraksi Terhadap Kadar Flavonoid Total Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 2023, 1-10.
25. Devi LAS, Shodiquna QA, Eni NWSD, Arisanti CIS, Samirana PO. Optimasi Konsentrasi Polivinil Piroolidon (PVP) Sebagai Bahan Pengikat Terhadap Sifat Fisik Tablet Ekstrak Etanol Rimpang Bangle (*Zingiber cassumunar* Roxb). *Jurnal Farmasi Udayana*. 2018,7(2): 45-52.
26. Fauziah I. Formulasi Granul Effervescent Kombinasi Ekstrak Herba Meniran (*Phyllanthus niruri* L.) Dan Jahe Emprit (*Zingiber officinale* var *Amarum*) Dengan Variasi Jenis Pemanis. [skripsi]. Bogor (ID): Fakultas Farmasi, Universitas Pakuan Bogor. 2023.
27. Safitri RY, Bhagawan WS, Primiani CN. Penggunaan Polivinil Piroolidon (PVP) sebagai Bahan Pengikat pada Formula Granul: Literatur Review. *PHARMADÉMICA: Jurnal Kefarmasian dan Gizi*. 2024, 4(1): 14-22. DOI <https://doi.org/10.54445/pharmademica.v4i1.56> p-ISSN 2808-3970, e-ISSN 2808-3423.
28. Gandhia S, Gata Y, Aryab S, Kumara V, Panghala A, Kumara A. Natural sweeteners: health benefits of stevia. *Foods and Raw Materials*. 2018, 6(2): 392-402. ISSN 2308-4057 (Print) ISSN 2310-9599 (Online).
29. Kusumaningsih T, Asrilya NJ, Wulandari S, Wardani DRT, Fatikhin K. Pengurangan Kadar Tanin Pada Ekstrak Stevia *Rebaudiana* Dengan Menggunakan Karbon Aktif. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*. 2015, 11 (1): 81-89.

30. Alfaridz F, Musfiroh I. Interaksi Antara Zat Aktif dan Eksipien dalam Sediaan Farmasi. *Majalah Farmasetika*, 2020, 5 (1), 23-31. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v5i1.25755> e-ISSN : 2686-2506.

