

Original Article

Formulasi dan Karakterisasi Cangkang Kapsul dari Pati Kulit Kentang (*Solanum tuberosum* L.) dan Madu sebagai Plasticizer

Indah Tri Lestari^{1*}, Andi Asma Atmadi Putri¹, Fauzia Nurul Fajriah¹, Rizki Awaluddin¹, Aulia Rahma¹

¹Program studi Farmasi UNIDA Gontor

⁴Corresponding author: Indah Tri Lestari | email: indahtrilestari@unida.gontor.ac.id

Received: 4 November 2021; Revised: 2 December 2021; Accepted: 3 December 2021; Published: 4 December 2021

Abstrak: Cangkang kapsul komersial umumnya terbuat dari bahan gelatin, tetapi juga dapat dibuat dari pati. Salah satu sumber pati terdapat pada kulit kentang (*Solanum tuberosum* L). Pengembangan cangkang kapsul keras dari bahan alam sedang menjadi trend saat ini, namun cangkang kapsul keras dari bahan baku pati mudah rapuh tanpa *plasticizer*. Madu dapat digunakan sebagai *plasticizer* untuk meningkatkan elastisitas kapsul agar tidak mudah pecah atau rapuh. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh penambahan pati kulit kentang dengan berbagai konsentrasi terhadap karakteristik fisik cangkang kapsul keras dan pengaruh madu sebagai *plasticizer* pengganti gliserol. Cangkang kapsul keras dibuat dengan penambahan pati dengan berbagai konsentrasi 0% (F1), 2% (F2), 4% (F3), 6% (F4), 8% (F5) dengan penambahan madu 2,5%, Karagenan 2 %, sukrosa 2,5% dan aquadest ditambahkan 100%. Cangkang kapsul keras dibuat secara manual dengan cara mencelupkan cetakan ke dalam larutan masing-masing formula kemudian di oven. Karakteristik fisik cangkang kapsul keras dievaluasi dan dibandingkan dengan cangkang kapsul keras komersial nomor 0 (nol). Hasil penelitian menyimpulkan bahwa F2 merupakan formula terbaik dan memenuhi standar karakteristik fisik cangkang kapsul keras.

Keywords: Cangkang kapsul, pati kulit kentang, madu, *plasticizer*

1. PENDAHULUAN

Kapsul merupakan sediaan padat yang terdiri dari obat dalam balutan cangkang keras atau lunak yang larut. Kapsul banyak digunakan sebagai metode penghantaran obat, karena bersifat praktis dan mampu menutupi rasa obat [1]. Cangkang kapsul komersial umumnya terbuat dari bahan gelatin yang memiliki masalah terkait kehalalan dan keamanannya[2]. Pesatnya perkembangan teknologi telah mendorong peneliti untuk mencari bahan baku alternatif, seperti Hydroxypropyl methylcellulose (HPMC)[3], atau pati [4].

Penelitian terkait cangkang kapsul berbahan pati sebelumnya telah dilakukan oleh Numina, dkk. dengan menggunakan pati kulit pisang diperoleh formulasi terbaik dengan kandungan pati 2%, karagenan 1%, dan penambahan 2,5% gliserol sebagai *plasticizer* [5]. Di Universitas Darussalam Gontor, limbah kulit kentang dihasilkan setiap harinya oleh Unit Usaha Unida (U3) dalam jumlah yang cukup besar. Limbah kulit kentang berasal dari hasil samping olahan kentang seperti roti

kentang, keripik kentang, kentang goreng dan masakan kentang lainnya. Kulit kentang tersebut berpotensi sebagai pencemar. Meskipun demikian, kulit kentang masih memiliki banyak kandungan gizi atau senyawa kimia yang dapat dimanfaatkan, salah satunya pati [6]. Saat ini, belum ditemukan penelitian mengenai pemanfaatan pati kulit kentang sebagai bahan utama dari cangkang kapsul. Berdasarkan hal tersebut peneliti ingin memanfaatkan limbah pati kulit kentang (*Solanum tuberosum* L.) dalam formulasi cangkang kapsul keras.

Aditif lain akan menjadi fokus penelitian yakni plasticizer, sejauh ini plasticizer berasal dari gliserol [7]. Plasticizer dalam kapsul diperlukan untuk mengurangi sifat rapuh cangkang kapsul serta meningkatkan elastisitas kapsul sehingga kapsul menjadi tidak getas dan mudah pecah [8]. Berdasarkan penelitian Stephen dkk, fruktosa dapat digunakan sebagai plasticizer dalam pembuatan bioplastik [9]. Hal ini sejalan dengan tingginya kandungan fruktosa yang terkandung dalam madu bisa mencapai 40,99% [10]. Untuk meningkatkan keamanan dan mengurangi penggunaan bahan kimia dalam produksi kapsul pati kulit kentang, perlu dilakukan eksplorasi pengganti plasticizer alami yaitu madu. Berdasarkan hal tersebut, alternatif pengganti cangkang kapsul dari gelatin babi adalah dengan memanfaatkan limbah yang berpotensi menjadi bahan baku pembuatan kapsul, salah satunya dari pati limbah kulit kentang (*Solanum tuberosum*. L) dan penggunaan bahan alam yaitu madu sebagai *plasticizer*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Instrumen

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat cetak cangkang kapsul (modifikasi), ayakan, oven, blender *Philips HR2115*, timbangan analitik, alat gelas *Pyrex Iwaki*, batang pengaduk, desikator 18, *ML Mobilex*, corong, mikrometer ulir, buret *Pyrex Iwaki*, pipet tetes dan *desintegration tester Copley DTG 2000*.

2.2. Material

Bahan yang digunakan adalah aquadest, pati kulit kentang (*Solanum tuberosum* L.), madu, karagenan, sukrosa, vaselin putih dan kain kasa.

2.3. Formulasi cangkang kapsul

Table 1. Formulasi Cangkang Kapsul dimodifikasi dari penelitian (Numinah, 2019)

Bahan	F1	F2	F3	F4	F5
Pati kulit Kentang	-	2 %	4%	6%	8%
Madu	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
Karagenan	2%	2%	2%	2%	2%
Sukrosa	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
Akuades	Ad 100%				

Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat experimental di laboratorium dengan formulasi dan evaluasi cangkang kapsul dari pati limbah kulit kentang (*Solanum tuberosum* L) dilakukan dengan modifikasi metode dari penelitian, Numinah[5]. Dengan variasi konsentrasi pati limbah kulit kentang (*Solanum tuberosum*) 2%, 4%, 6% dan 8% tertera pada tabel 1.

Aquadest dipanaskan dalam wadah, ditambahkan sukrosa, karagenan dan pati kulit kentang. Larutan diaduk hingga homogen, selanjutnya ditambahkan madu dan diaduk kembali

hingga tercampur sempurna. Pencetakan kapsul dilakukan dengan menggunakan pin modifikasi. Sebelum digunakan pin terlebih dahulu dioleskan dengan vaselin putih untuk memudahkan pengambilan cangkang kapsul hasil pencetakan setelah cangkang kapsul kering. Pin selanjutnya direndam ke dalam formula yang telah siap dicetak, selama ± 3 detik pada suhu $\pm 45^{\circ}\text{C}$. Pin diangkat dari adonan dan diletakkan dalam posisi terbalik. Pin dengan adonan dikering anginkan pada suhu ruang $\pm 23^{\circ}\text{C}$ dalam waktu ± 10 menit. Pin dengan formulasi setengah kering selanjutnya dikeringkan kembali menggunakan oven pada suhu 55°C selama 3 jam. Cangkang kapsul yang telah kering selanjutnya dilepaskan dari pin secara perlahan hingga didapatkan produk cangkang kapsul. Produk cangkang kapsul dievaluasi lebih lanjut meliputi spesifikasi, dan waktu hancur [11].

2.3.1. Spesifikasi Cangkang kapsul

Spesifikasi cangkang kapsul yang diamati adalah panjang, diameter, ketebalan, berat dan volume. Pengukuran panjang maupun diameter dilakukan pada badan dan tutup cangkang kapsul. Pengukuran ketebalan dan berat unit kapsul dilakukan pada kapsul utuh, sedangkan pengukuran volume hanya dilakukan terhadap badan cangkang kapsul, karena umumnya bahan obat hanya dimasukkan ke dalam badan cangkang kapsul sebelum ditutup. Spesifikasi panjang, diameter, ketebalan, cangkang kapsul diukur dengan menggunakan micrometer ulir. Berat cangkang kapsul ditimbang menggunakan neraca analitik. Volume cangkang kapsul dilakukan dengan menggunakan mengisi cangkang kapsul dengan air menggunakan buret hingga batas meniskus atas, pembacaan volume cangkang kapsul yang berlebihan harus dihindari, setiap pengujian dilakukan dengan tiga kali pengulangan [12].

2.3.2. Analisis Waktu Hancur Kapsul

Penentuan waktu hancur cangkang kapsul dilakukan dengan instrument *desintegration tester Copley DTG 2000*. Sebanyak satu kapsul dimasukkan pada setiap tabung keranjang, kemudian satu cakram dimasukkan pada setiap tabung, kemudian semua tabung ditutup, kemudian alat dijalankan. Sirkuit keranjang bergerak vertikal sepanjang sumbunya tanpa gerakan horizontal yang berarti atau gerakan sumbu dari posisi vertikalnya. Air yang digunakan memiliki suhu 37°C sebagai medianya. Medium yang digunakan dalam penelitian ini adalah HCl 0,1 N dengan suhu 37°C . Keranjang dikeluarkan dan semua kapsul diamati pada akhir batas waktu sebagaimana tercantum dalam monografi (semua kapsul harus benar-benar larut), jika satu atau dua kapsul tidak sepenuhnya larut, pengujian diulang dengan 12 kapsul lainnya (tidak kurang dari 16 kapsul dari 18 kapsul yang diuji larut sempurna) [13].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.2. Spesifikasi cangkang kapsul

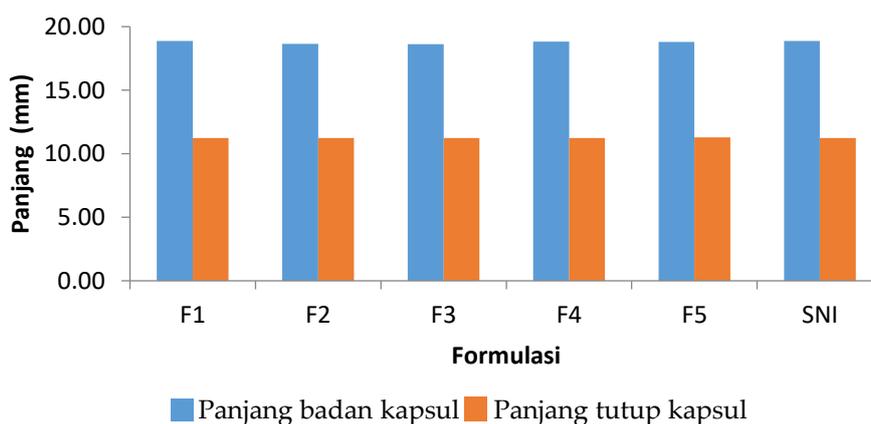
3.2.1. Evaluasi panjang kapsul

Hasil cangkang kapsul dari 5 formulasi dapat dilihat pada Gambar 1. yaitu formulasi 1 memiliki bentuk lunak, warna coklat muda dan tidak berbau, formulasi 2 memiliki bentuk sedikit keras, warna coklat dan tidak berbau, formulasi 3 memiliki bentuk agak keras, warna coklat dan tidak berbau, formulasi 4 memiliki bentuk keras, warna coklat tua dan tidak berbau, formulasi 5 memiliki bentuk sangat keras, warna coklat tua dan tidak berbau.



Gambar 1. Produk cangkang kapsul yang dihasilkan

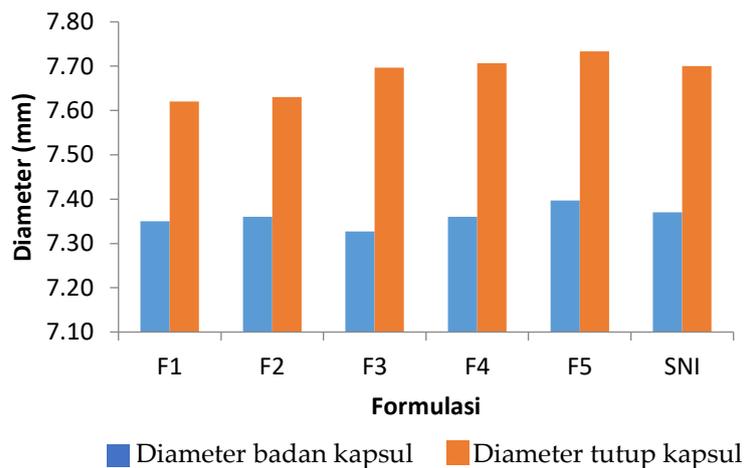
Panjang cangkang kapsul diukur pada badan dan tutup cangkang kapsul menggunakan mikrometer ulir. Hasil pengukuran panjang badan dan tutup kapsul dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi 1 memiliki panjang badan dan panjang tutup 18,87 mm dan 11,23 mm, untuk formula 2 yaitu 18,64 mm. mm dan 11,23 mm. , untuk formula 3 adalah 18,61 mm dan 11,23 mm dan untuk formula 4 adalah 18,83 mm dan 11,23 mm, untuk formula 5 adalah 18,79 mm dan 11,28 mm. Hasil pengukuran panjang badan dan penutup cangkang kapsul pada penelitian ini menunjukkan bahwa hampir semua formulasi mendekati panjang dan diameter kapsul komersial yaitu 18,87 mm dan 11,23 mm.



Gambar 2. Evaluasi panjang badan dan tutup cangkang kapsul

3.2.2. Evaluasi diameter cangkang kapsul

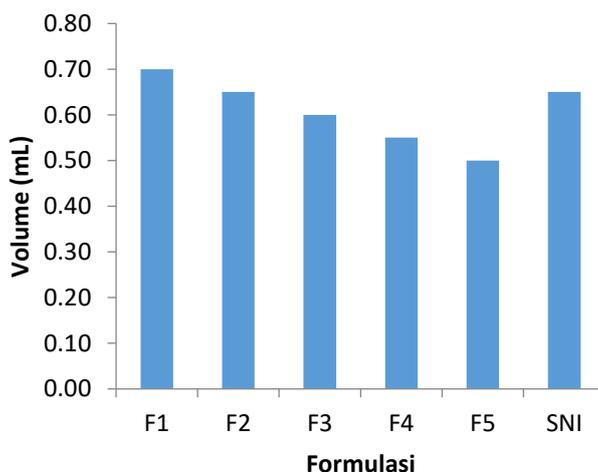
Evaluasi diameter cangkang Kapsul Pengukuran diameter cangkang kapsul diukur pada badan dan tutup cangkang kapsul menggunakan mikrometer ulir. Hasil pengukuran diameter cangkang kapsul badan dan tutup dapat dilihat pada Gambar 3, dari 5 formulasi yang masing-masing memiliki nilai yaitu cangkang kapsul formula 1 yaitu 7,35 mm dan 7,62 mm , untuk formula 2 yaitu 7,36 mm dan 7,63 mm, untuk formula 3 adalah 7,32 mm dan 7,70 mm dan untuk formula 4 adalah 7,36 mm dan 7,71 mm, untuk formula 5 adalah 7,40 mm dan 7,73 mm. Hasil pengukuran diameter badan dan tutup cangkang kapsul pada penelitian ini memiliki hasil yang mendekati diameter dari kapsul komersial. Kapsul komersial adalah 7,37 mm dan 7,70 mm.



Gambar 3. Evaluasi diameter cangkang kapsul

3.2.3. Evaluasi volume cangkang kapsul

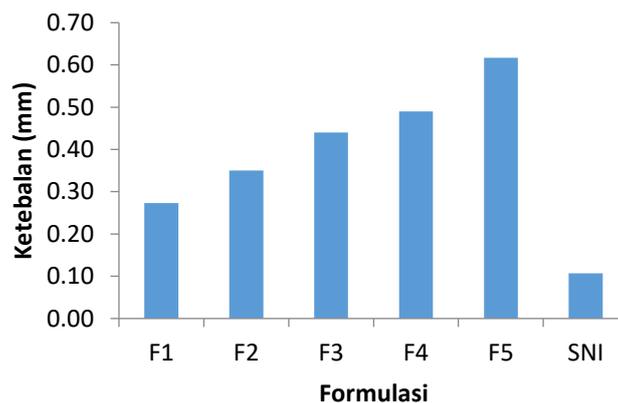
Pengukuran volume cangkang kapsul dilakukan dengan mengisi cangkang kapsul menggunakan air hingga batas meniskus atas, pengisian air dilakukan setetes demi setetes menggunakan buret untuk mencegah pembacaan volume air yang berlebihan, air tidak boleh melebihi bagian atas cangkang kapsul. Hasil pengukuran volume cangkang kapsul dapat dilihat pada Gambar 4, dari 5 formulasi didapatkan hasil yaitu formula 1 sebesar 0,70 mL, formula 2 sebesar 0,65 mL, formula 3 sebesar 0,60 mL, untuk formula 4 sebesar 0,55 mL, dan untuk formula 5 adalah 0,55 mL. Volume cangkang kapsul komersial adalah 0,65 mL, hasil volume cangkang kapsul pada formula 2 sesuai dengan volume kapsul komersial. Perbedaan volume tiap formula didasarkan pada perbedaan konsentrasi pati untuk masing-masing formulasi, semakin banyak konsentrasi pati maka semakin tebal cangkang kapsul yang dihasilkan dan mengakibatkan semakin sedikit volume pada badan cangkang kapsul.



Gambar 4. Evaluasi volume cangkang kapsul

3.2.4. Evaluasi ketebalan cangkang kapsul

Pengukuran ketebalan cangkang kapsul diukur menggunakan mikrometer ulir. Hasil evaluasi dapat dilihat pada gambar 5, dimana didapatkan Formula 1 adalah 0,27 mm, Formula 2 adalah 0,35 mm, Formula 3 adalah 0,44 mm, Formula 4 adalah 0,49 mm dan Formula 5 adalah 0,62 mm. Hasil pengujian ketebalan menunjukkan nilai yang kurang sesuai jika dibandingkan dengan cangkang kapsul komersial. Cangkang kapsul komersial memiliki ketebalan 0,107 mm. Hal ini menunjukkan bahwa hasil uji ketebalan cangkang kapsul melebihi standar yang telah ditetapkan. Nilai ketebalan cangkang kapsul diamati mengalami peningkatan dengan bertambahnya konsentrasi pati. Hal ini sejalan dengan penelitian warkoyo, bahwa pati dapat meningkatkan ketebalan dari edible film [14]. Lebih lanjut, hasil yang kurang sesuai juga diduga dipengaruhi oleh metode pembuatan cangkang kapsul. Metode pembuatan diketahui sangat berpengaruh terhadap hasil produk cangkang kapsul. Pada penelitian ini, metode yang digunakan masih menggunakan sistem manual sehingga ketebalan cangkang kapsul yang dihasilkan tidak merata bergantung pada lama pencelupan dan kekentalan formulasi [15]. Cangkang kapsul komersial umumnya diproduksi dengan menggunakan mesin cetak kapsul, sehingga berat dan ketebalan cangkang kapsul bisa disesuaikan dan seragam.

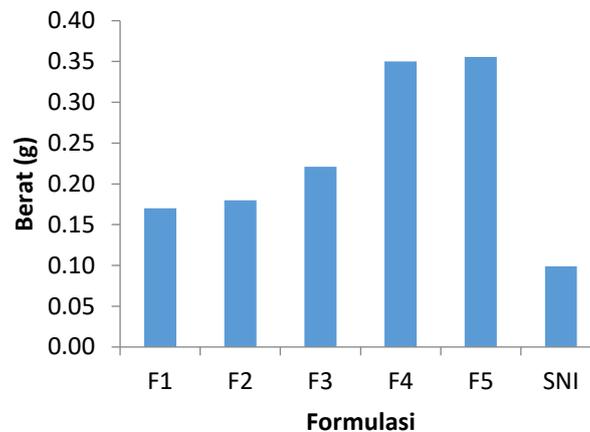


Gambar 5. Diagram evaluasi ketebalan cangkang kapsul

3.2.5. Evaluasi Berat Cangkang Kapsul

Pengukuran berat satuan kapsul dilakukan pada seluruh kapsul. Berat cangkang kapsul dievaluasi dengan cara penimbangan seluruh bagian menggunakan neraca analitik. Hasil pengukuran berat cangkang kapsul dapat dilihat pada Gambar 6 yaitu dari 5 formulasi didapatkan hasil formula 1 sebesar 0,1752g, untuk formula 2 sebesar 0,1795g, untuk formula 3 sebesar 0,2211g, untuk formula 4 adalah 0,3552g, dan untuk formula 5 adalah 0,3552g. Hasil pengukuran berat cangkang kapsul memiliki nilai yang kurang sesuai jika dibandingkan dengan cangkang kapsul komersial yang memiliki berat 0,099 g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa cangkang kapsul yang diperoleh memiliki berat melebihi standar yang ditetapkan. Berat cangkang kapsul diketahui meningkat dengan bertambahnya konsentrasi pati yang ditambahkan dan metode pembuatannya, seperti halnya pada evaluasi ketebalan cangkang kapsul. Selain itu, penambahan karagenan juga diduga mempengaruhi berat atau massa cangkang kapsul. Hal ini ditunjukkan dari ketebalan hasil

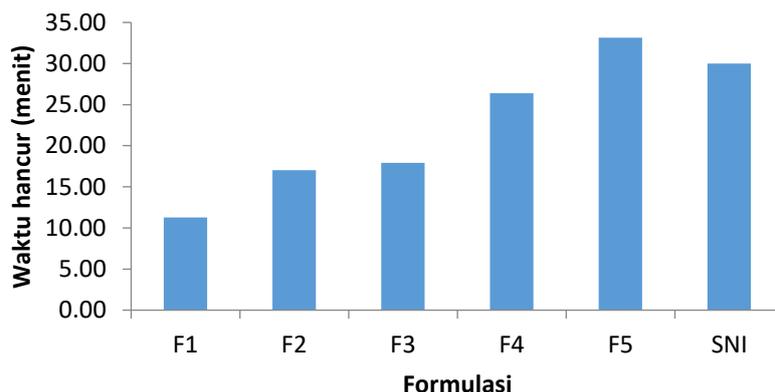
cetakan cangkang kapsul yang semakin tebal mempengaruhi penambahan berat cangkang kapsul [16].



Gambar 6. Diagram evaluasi berat cangkang kapsul

3.2.6. Evaluasi Disintegrasi Cangkang Kapsul

Uji disintegrasi cangkang kapsul merupakan uji kelarutan yang dilakukan untuk mengukur kecepatan kapsul hancur menjadi bentuk partikel yang lebih halus atau membentuk suatu agregat [17]. Waktu hancur berperan penting dalam evaluasi cangkang kapsul, karena cangkang kapsul memiliki fungsi sebagai penghantar sediaan obat untuk masuk ke dalam tubuh dan obat baru dapat memberikan efek terapi yang diinginkan jika, penghantar obat atau cangkang kapsul telah terlebih dahulu hancur menjadi partikel yang lebih kecil, sehingga isi kapsul dapat terabsorpsi pada saluran cerna [18]. Cangkang kapsul harus dihancurkan dalam waktu 15 - 30 menit setelah ditelan oleh pasien dan masuk ke dalam lambung. Pengujian waktu hancur cangkang kapsul dilakukan dengan instrument disintegration tester, hasil pengujian disintegrasi dapat dilihat pada Gambar 7 yaitu waktu hancur yang dibutuhkan oleh formula 1 yaitu 11,28 menit, formula 2 adalah 17,02 menit, formula 3 adalah 17,91 menit, formula 4 adalah 26,39 menit dan formula 5 adalah 33,16 menit. Kecepatan waktu yang dibutuhkan kapsul untuk hancur utamanya dipengaruhi oleh spesifikasi ketebalan cangkang kapsul, semakin tebal kapsul maka semakin lama waktu hancurnya [4]. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa semakin besar ketebalan maka waktu hancur semakin lama. Nilai waktu hancur pada formula 2, 3 dan 4 masih dalam rentang waktu yang telah ditentukan, namun pada formula 1 yaitu 11,28 menit dan formula 5 yaitu 33,16 menit tidak termasuk dalam waktu hancur yang diminta oleh Farmakope, adalah 15 menit hingga 30 menit [19]. Waktu hancur setiap cangkang kapsul dapat berbeda disebabkan oleh perbedaan bahan utama dari komponen penyusun cangkang kapsul [11]. Sehingga, waktu hancur kapsul yang lebih lama dipengaruhi oleh ketebalan cangkang kapsul yang besar. Lebih lanjut, komponen penyusun lain yang mempengaruhi lama waktu hancur adalah karagenan. Adanya karagenan membutuhkan waktu hancur yang lebih lama karena struktur kimia karagenan yang bersifat hidrofobik akan memperlambat kelarutannya didalam air [20].



Gambar 7. Evaluasi waktu hancur cangkang kapsul

Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan meningkatnya ketebalan suatu cangkang kapsul, maka waktu yang dibutuhkan untuk hancur menjadi lebih lama. Nilai waktu hancur pada formula 2, 3 dan 4 masih dalam rentang waktu yang ditentukan, namun pada formula 1 yaitu 11,28 menit dan formula 5 adalah 33,16 menit tidak termasuk dalam waktu hancur yang dipersyaratkan oleh Farmakope umumnya 15 menit atau 30 menit [19].

4. KESIMPULAN

Karakteristik cangkang kapsul pati kulit kentang dari 5 formulasi diperoleh panjang badan dan kelopak 18,61 mm – 18,83 mm dan 11,23 mm – 11,28 mm. Diameter dan tutup bodi 7.32mm – 7.40mm dan 7.62mm – 7.73mm. Volume 0,50 mL - 0,70 mL. Tebal 0,27 mm – 0,62 mm. Berat 0,1752 g - 0,3616 g. Waktu hancur 11,28 Menit - 33,16 Menit.

Formulasi terbaik cangkang kapsul pati kulit kentang halal dengan penambahan madu sebagai plasticizer adalah pada formulasi 2 dengan konsentrasi pati 2%, hal ini dilihat dari karakteristik cangkang kapsul yang sesuai dengan SNI dan standar Pharmacopoeia Indonesia edisi 4 tahun 1995 yaitu panjang tutup 11,23 mm, diameter badan 7,36 mm, volume cangkang kapsul 0,65 mL, dan waktu hancur 17,02 Menit.

Funding: Penelitian ini didanai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Darussalam Gontor (LPPM UNIDA Gontor).

Acknowledgments: Penelitian ini didukung oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Darussalam Gontor (LPPM UNIDA Gontor) SK 1229/UNIDA-LPPM/B.A/PM/XII/2020. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada Unit Usaha Unida yang telah membantu dalam penyediaan bahan baku berupa kulit kentang.

Conflicts of interest: Tidak ada potensi konflik kepentingan yang dilaporkan oleh penulis

References

1. Gadri, A. D. 2012. *Stabilitas Kadar dan Laju Disolusi Ketopren Dalam Sediaan Kapsul Gelatin dan HPMC-Karagena*. Jurnal Sains, Teknologi, dan Kesehatan.
2. Sudjadi, Wardani. H.S , Sepminarti, T.,1, and Rohman, A.,(2016) Analysis of Porcine Gelatin DNA in a Commercial Capsule Shell Using Real-Time Polymerase Chain Reaction for Halal Authentication, international Journal of Food Properties, 19:2127–2134.
3. Majee, S.B, Avlani, D., Biswas, G.R., 2017, HPMC As Capsule Shell Material: Physicochemical, Pharmaceutical And Biopharmaceutical Properties, International Journal Of Pharmacy And Pharmaceutical Sciences, Vol 9, Issue 10, Hal. 1-6
4. Christi, 2016. Optimasi Formula Film Berbasis Amilopektin Pati Singkong dan Karagenan sebagai Bahan Baku Cangkang Kapsul. Jurnal Current Biochemistry. Vol.3, No.1 Hal. 20-32
5. Numina, 2019. Formulasi Dan Karakterisasi Pati Bonggol Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca L*) Sebagai Bahan Baku Pembuatancangkang Kapsul yang Dikombinasikan dengan Karagenan, [Skripsi], Program studi Farmasi, UIN Alaudin Makasar.
6. Genalda, M.S.S., Udjiana, S.S. (2021) Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Pati Limbah Kulit Kentang (*Solanum Tuberosum L.*) Dengan Penambahan Filler Kalsium Silikat, Distilat. 2021, 7 (2), 320-327
7. Ihsan,H., I Dewa Gede Putra Prabawa, Dwi Harsono, Rinne Nintasari, Rina Apriani, Afandy Bayu Nurcahyo,(2019), Testing of physical properties and microbial contamination of capsule shell made from starch sago rumbia (*Metroxylon sago Rottb*) and carrageenan, Jurnal Riset Industri Hasil Hutan Vol.11, No.1, Juni 2019: 13 - 22
8. Rakhman, F. A., & Darni, Y. 2017. Aplikasi Edible Film dari Rumput Laut *Eucheumma Cottoni* Dan Pati Sorgum Dengan Plasticizer Gliserol dan Filler CaCO_3 sebagai Bahan Pembuat Cangkang Kapsul. Jurnal Kelitbangan, 5(2), 172–183.
9. Stephen, 2019. Comparison of Fructose and Glycerol as Plasticizers in Cassava Bioplastic Production, Advanced journal of graduate research, Vol. 6,No.1, Hal. 41-52.
10. K. Ratnayani, N. M. A. Dwi Adhi S., dan I G. A. M. A. S. Gitadewi, 2008, Penentuan Kadar Glukosa Dan Fruktosa Pada Madu Randu Dan Madu Kelengkeng Dengan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi, JURNAL KIMIA 2 (2), 77-86.
11. Said, 2014. *Product Ternak Teknologi dan Aplikasinya*. Bogor: IPB Press.
12. Suptijah, d.(2012). Aplikasi Karagenan sebagai Cangkang Kapsul Keras AlternatifVarietas Granola. Skripsi,
13. POM, 1995. *Farmakope Indonesia Edisi IV*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
14. Warkoyo, Budi Rahardjo, Djagal Wiseso Marseno, Joko Nugroho Wahyu Karyadi, 2014, Sifat Fisik, Mekanik dan Barrier Edible Film Berbasis Pati Umbi Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) yang Diinkorporasi Dengan Kalium Sorbat, Agritech, Vol. 34, No. 1, 72-81.
15. Suptijah, P. Dkk., 2012. Aplikasi Karagenan Sebagai Cangkang Kapsul Keras Alternatif Pengganti Kapsul Gelatin, JPHPI 2012,
16. Junianto, Haetami, K. dan Maulina, I. 2013 *Kar.akteristik Cangkang Kapsul yang Terbuat dari Gelatin Tulang Ikan*. Jurnal Akuatika
17. Triyani et.al. 2020. Sintesis Dan karakterisasi cangkang kapsul dari gelatin tulang ikan lele dumbbo (*clarias gariepinus*). Jurnal Farmamedika.

18. Nurani,L.H., kumalasari, Rohman, A., dan Widyarini,S. (2017) Formulasi Kapsul Ekstrak Etanol Akar Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack.,) dan Pengaruhnya terhadap Vital Sign Manusia Sehat, Trad. Med. J., Vol. 22(2), p 91-96.
19. Voight. Buku Pelajaran Teknologi Farmasi ed.IV, diterj. oleh Soendani.
20. Towle, G.A., Christensen O., 1973. Pectins. Di dalam: Whistler RL, editor, *Industrial Gum*, Academic Pr., New York. Hlm. 429-455.



© 2021 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).