

Pengaruh Variasi Rasio Penambahan Pektin dan *Filler* CaCO₃ Terhadap Karakteristik Cangkang Kapsul Non Gelatin

Lia Lismeri*, Hotnauli Tri Damayanti Manullang, Yuli Darni, Azhar

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. S. Brodjonegoro No. 1, Gedong
Meneng, Rajabasa, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

*Email: lismeri@yahoo.co.id

Abstrak

Kapsul non-gelatin merupakan alternatif yang sesuai untuk kebutuhan vegetarian dan halal karena tidak mengandung gelatin yang berasal dari sumber hewani. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi rasio kalsium karbonat (CaCO₃) dan pektin terhadap karakteristik cangkang kapsul non-gelatin. Formulasi dilakukan dengan memvariasikan jumlah CaCO₃ (0,2; 0,4; dan 0,6 gram) dan pektin, untuk mengamati pengaruhnya terhadap karakteristik fisik kapsul. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi rasio CaCO₃ dan pektin berpengaruh signifikan terhadap karakteristik cangkang kapsul. Formulasi terbaik diperoleh dengan HPMC 2,5 gram, pektin 0 gram, karagenan 3 gram, dan CaCO₃ 0,4 gram. Karakteristik kapsul yang dihasilkan memiliki kadar air sebesar 22,712%, yang belum memenuhi standar Farmakope. Namun, waktu hancur sebesar 21 menit 10 detik, viskositas larutan 660 cPs, dan pH 6 telah memenuhi standar yang ditetapkan. Hasil ini menunjukkan potensi kapsul non-gelatin sebagai alternatif yang layak untuk digunakan dengan formulasi yang lebih lanjut disempurnakan.

Kata Kunci: kapsul non gelatin, CaCO₃, pektin, kadar air, viskositas, waktu hancur

1. Pendahuluan

Saat ini, cangkang kapsul biasanya terbuat dari gelatin karena tampilannya menarik, praktis, dan harganya ekonomis. Namun, gelatin memiliki kekurangan, yaitu stabilitasnya yang rendah di lingkungan berair, sehingga waktu pengembangannya cepat dan berpotensi memengaruhi efektivitas obat. Oleh sebab itu, diperlukan alternatif bahan baku cangkang kapsul seperti pektin.

Pektin, serat larut air yang terdapat pada buah-buahan seperti apel dan jeruk, digunakan sebagai pembentuk film polimer untuk meningkatkan kekuatan karakteristik cangkang kapsul. Pektin juga ramah lingkungan dan mudah terurai, sekaligus mempercepat penyerapan bahan aktif dalam tubuh. Kombinasi HPMC dan pektin memiliki potensi untuk menghasilkan cangkang kapsul yang stabil, fleksibel, dan ramah lingkungan.

Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC) adalah senyawa hidrofilik yang berarti larut dalam air, bersifat *biodegradable*, dan biokompatibel yang memiliki berbagai aplikasi seperti pengantar obat-obatan, pewarna dan cat, dan lain sebagainya (Deshmukh, *et al.*, 2017). Dalam dunia farmasi, HPMC digunakan sebagai bahan pembentuk kapsul keras dan pengikat tablet. Penelitian Araujo *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa kapsul yang menggunakan bahan ini memiliki fleksibilitas lebih baik, retensi kelembapan yang rendah, serta keunggulan lain dalam stabilitas, kadar air, waktu hancur, dan disolusi dibandingkan kapsul berbahan gelatin. Namun, bahan ini memiliki kekurangan berupa biaya produksi yang lebih tinggi.

Gliserol sering digunakan sebagai pemlastis untuk menjaga kelembutan dan kelembapan. Selain itu penambahan pemlastis gliserol juga mudah terdegradasi dibandingkan tanpa gliserol karena gliserol dapat menurunkan tingkat kerapuhan (Simanjuntak *et al.*,

2020). Penambahan CaCO_3 sebagai *filler* dapat meningkatkan kekakuan, mengurangi kerapuhan, dan meningkatkan ketahanan terhadap air pada cangkang kapsul. Sementara itu, karagenan, yang berasal dari alga laut merah, berfungsi sebagai pengikat dan pengemulsi dalam pembuatan kapsul keras, memberikan kekuatan, keutuhan, dan kelenturan pada cangkang kapsul.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa cangkang kapsul berbahan dasar pektin dan HPMC memiliki kadar air yang masih tinggi serta sifat karakteristik yang belum optimal. Penelitian yang dilakukan oleh Peng *et al.*, (2021) menggunakan campuran pektin metoksil rendah yang berasal dari tunas bunga matahari (AHP), HPMC, dan gliserol menunjukkan bahwa pembentukan gel AHP mengurangi fleksibilitas film. Penambahan pektin metoksil meningkatkan kerapuhan film dengan membentuk struktur gel berikatan silang, yang pada akhirnya menurunkan kekuatan tarik akibat campuran menjadi kurang homogen. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa untuk mengatasi rendahnya kekerasan kapsul HPMC, diperlukan penurunan kadar air serta perbaikan sifat karakteristik cangkang kapsul.

Penelitian lain yang dilakukan Darni dan Rakhman (2017) menunjukkan bahwa kombinasi rumput laut *Eucheumma cottonii* dan pati sorgum dengan penambahan gliserol sebagai *plasticizer* dan CaCO_3 sebagai *filler* dapat menghasilkan *edible film* dengan sifat mekanik dan fisik yang sesuai untuk aplikasi sebagai bahan cangkang kapsul. Penambahan CaCO_3 terbukti meningkatkan kekuatan tarik dan *modulus young*, meskipun menurunkan fleksibilitas film. Komposisi terbaik ditemukan pada rasio pati dan rumput

laut 6:4 dengan penambahan 0,4% CaCO_3 .

Dalam penelitian ini, bahan dasar gel untuk pembuatan cangkang kapsul terdiri dari HPMC, karagenan, dan gliserol. Selama proses pembuatannya, dilakukan variasi penambahan pektin dan CaCO_3 untuk mendapatkan hasil terbaik pada cangkang kapsul non-gelatin. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan cangkang kapsul dengan sifat fisik yang optimal, seperti waktu hancur dan viskositas yang baik. Selain itu, penelitian juga menargetkan sifat kimia yang memenuhi standar, seperti kadar air dan pH yang sesuai, sehingga kualitas produk memenuhi kriteria baku mutu yang telah ditetapkan.

2. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Terapan, Universitas Lampung dan Laboratorium PT. Kapsulindo Nusantara.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur (100 ml), gelas beaker (250 ml), gelas beaker (500 ml), spatula, neraca analitik, cawan petri, *magnetic stirrer*, *dipping pen*, pH meter, jangka sorong, *zipback lock*, *hot plate*, *water bath*, dan desikator. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah HPMC, pektin, kappa karagenan, gliserol, CaCO_3 , dan aquades.

Tahap awal metode penelitian yaitu, siapkan dan campurkan Gliserol (1) gram, HPMC (1,5; 2,5; 3,5) gram, Pektin (5; 4; 3) gram dan Karagenan (1,5; 2; 2,5) gram. Kemudian, tambahkan aquades sampai 200 ml dan aduk rata sampai menjadi larutan kental. Kemudian, campuran tersebut dimasukkan ke dalam *water bath* lalu dipanaskan pada suhu 90°C selama 2,5 jam untuk membentuk gel. Lalu tambahkan CaCO_3 (0,2; 0,4; 0,6) gram dan masukkan kembali ke dalam *water bath* selama 10 menit.

Pencetakan cangkang kapsul dilakukan dengan mencelup *dipping pen* (alat pencetak) sebanyak dua kali ke dalam larutan dan cetakan diangin-anginkan. Lalu, dimasukkan kedalam oven selama 12 jam dengan temperatur 35°C. Setelah mengering, lepaskan cangkang kapsul dari *dipping pen*, lalu disimpan ke dalam desikator.

Adapun variable pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Percobaan

Run	Basis Gel (gr)	Pektin (gr)	CaCO ₃ (gr)
1	4	5	0,2
2	4,5	4,5	
3	5	4	
4	5,5	0	
5	5	4	0,4
6	5,5	3,5	
7	6	3	
8	6,5	0	
9	6	3	0,6
10	6,5	2,5	
11	7	2	
12	7,5	0	

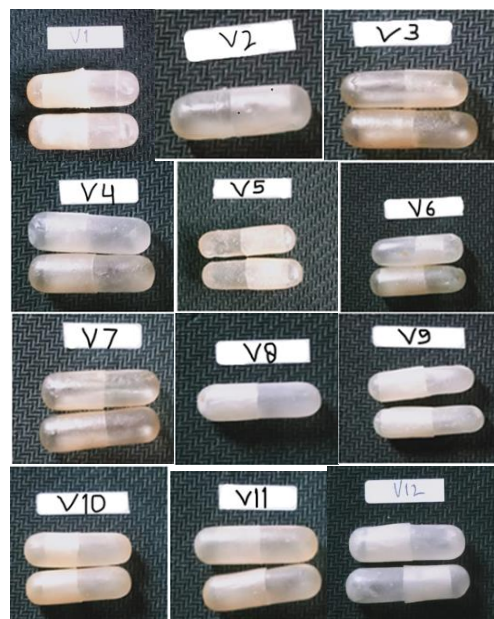
3. Hasil dan Pembahasan

Analisis dilakukan untuk mengetahui karakteristik cangkang kapsul. Analisis yang dilakukan yaitu organoleptik, analisis sifat fisik berupa waktu hancur dan viskositas. Kemudian analisis sifat kimia berupa kadar air dan pH. Selanjutnya dilakukan analisis SEM.

3.1 Organoleptik

Pengujian organoleptik pada cangkang kapsul bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik sensorik pada cangkang kapsul yang meliputi warna, bau, rasa,

dan tekstur. Uji ini penting untuk memastikan bahwa cangkang kapsul memenuhi standar mutu.

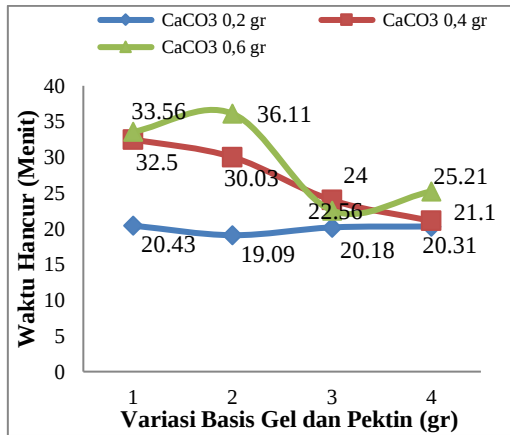


Gambar 1. Perbedaan Organoleptik Terhadap Variasi Cangkang Kapsul

Berdasarkan hasil uji organoleptik, dapat disimpulkan bahwa tidak semua cangkang kapsul yang dihasilkan memiliki warna bening. Hal ini disebabkan adanya perbedaan dalam komposisi bahan. Cangkang kapsul yang dihasilkan tidak memiliki bau karena bahan-bahan yang digunakan tidak mengandung zat yang menimbulkan aroma. Selain itu, sebagian besar cangkang kapsul yang dihasilkan memiliki tingkat kekerasan yang baik dan bentuk yang beraturan.

3.2 Uji Waktu Hancur

Pengujian ini menggunakan *Disintegration Tester* dan dilakukan di PT. Kapsulindo Nusantara. Berdasarkan Farmakope Indonesia V, waktu hancur yang baik tidak lebih dari 15 menit untuk cangkang kapsul gelatin dan tidak lebih dari 30 menit untuk cangkang kapsul non gelatin. Hasil uji waktu hancur cangkang kapsul dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh *Filler* CaCO₃ dan Variasi Basis Gel-Pektin Terhadap Waktu Hancur

Berdasarkan pada gambar 2, dapat dilihat bahwa penambahan pektin dan kalsium karbonat (CaCO₃) sebagai bahan pengisi (*filler*) berpengaruh terhadap waktu hancur cangkang kapsul. CaCO₃ memiliki struktur yang kuat karena kandungan kalsiumnya, sehingga meningkatkan kekakuan cangkang dan memperpanjang waktu hancurnya. Penggunaan pektin dalam penelitian ini didasarkan pada kandungan metoksilnya yang tinggi, yang cenderung membentuk gel dan meningkatkan viskositas larutan. Peningkatan viskositas ini memengaruhi ketebalan cangkang kapsul, yang pada akhirnya memperlambat waktu hancurnya.

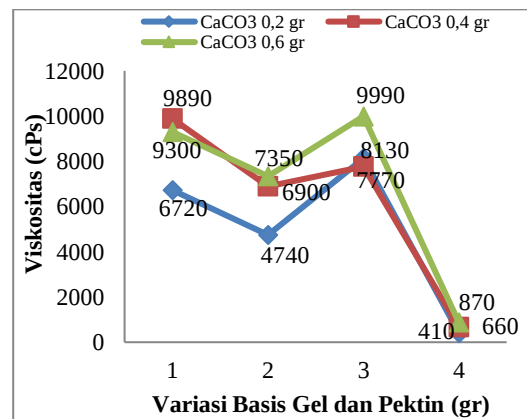
Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada variasi 8, yang mengandung CaCO₃ tetapi tanpa pektin, memiliki waktu hancur yang masih tergolong cepat, yaitu 21 menit 10 detik. Sementara itu, variasi 10, yang mengandung 0,6 gram CaCO₃, menunjukkan waktu hancur lebih lama, yakni 36 menit 11 detik. Hal ini membuktikan bahwa kombinasi CaCO₃ dan pektin dapat memperpanjang waktu hancur cangkang kapsul.

Selain itu, kombinasi hidroksipropil metilselulosa (HPMC) dan karagenan juga berperan dalam memperlambat waktu hancur. Kandungan HPMC yang

lebih tinggi membentuk struktur polimer yang lebih padat dan tahan air, sehingga meningkatkan viskositas larutan dan memperkuat cangkang kapsul. Jaringan gel yang terbentuk dalam HPMC berasal dari ikatan hidrogen antar rantai dan interaksi hidrofobik, yang memperlambat penetrasi air. Proses pengembangan HPMC memerlukan waktu lebih lama hingga mencapai kapasitas maksimum sebelum akhirnya hancur.

3.3 Uji Viskositas

Viskositas merupakan ukuran ketahanan suatu fluida terhadap aliran. Semakin tinggi viskositas, semakin tebal atau kental cairan tersebut, dan semakin sulit cairan itu mengalir. Pengujian viskositas dilakukan dengan menggunakan *Viscometer Brookfield*. *Viscometer* digunakan untuk mengukur kekentalan larutan gel pada suhu 45-50°C. Standar viskositas untuk cangkang kapsul non gelatin menurut *World Journal of Pharmaceutical Research* (2021) yaitu 4000-4200 cPs. Berdasarkan standar di PT. Kapsulindo Nusantara untuk cangkang kapsul gelatin berkisar di 400-1200 cPs.



Gambar 3. Pengaruh *Filler* CaCO₃ dan Variasi Basis Gel-Pektin Terhadap Viskositas

Pada gambar 3, menunjukkan bahwa penambahan pektin dan kalsium karbonat (CaCO₃) dapat memengaruhi viskositas larutan. Dalam formulasi yang

mengandung bahan pengisi, viskositas cenderung meningkat akibat interaksi fisik antara partikel pengisi dan polimer. Pada variasi 8 dengan viskositas 660 cPs dan variasi 12 dengan viskositas 870 cPs menunjukkan bahwa viskositas yang lebih rendah menghasilkan waktu hancur yang lebih cepat, sekitar 21–25 menit. Hal ini mengindikasikan bahwa larutan polimer dengan viskositas rendah memungkinkan cangkang kapsul lebih mudah terurai dalam pelarut air. Sementara itu, formulasi dengan viskositas lebih tinggi, seperti pada variasi 10 yang memiliki viskositas 7350 cPs, menunjukkan waktu hancur yang jauh lebih lama, yaitu sekitar 36 menit 11 detik. Hal ini menunjukkan bahwa larutan polimer yang lebih kental menghasilkan cangkang kapsul yang lebih padat, sehingga memerlukan waktu lebih lama untuk terurai. Faktor ini dipengaruhi oleh keberadaan pektin dan karagenan, yang sering digunakan dalam formulasi cangkang kapsul berbasis nabati sebagai agen pembentuk gel yang kuat (Mahardika dkk., 2022). Kedua komponen tersebut secara signifikan meningkatkan viskositas larutan, yang pada akhirnya memengaruhi proses pembentukan cangkang kapsul.

3.4 Uji Kadar Air

Kadar air pada cangkang kapsul menunjukkan persentase air yang terkandung dalam material cangkang kapsul. Kapsul dengan kadar air yang terlalu rendah bisa menjadi rapuh, sedangkan kadar air yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kelembekan dan ketidakstabilan selama penyimpanan. Berdasarkan Farmakope Ed. IV, kadar air dalam cangkang kapsul berada dalam kisaran 13% hingga 16%. Sementara itu, menurut *United States Pharmacopeia* (USP), kadar air yang diperbolehkan berkisar antara 1% hingga 13%. Alat yang digunakan dalam pengujian kadar

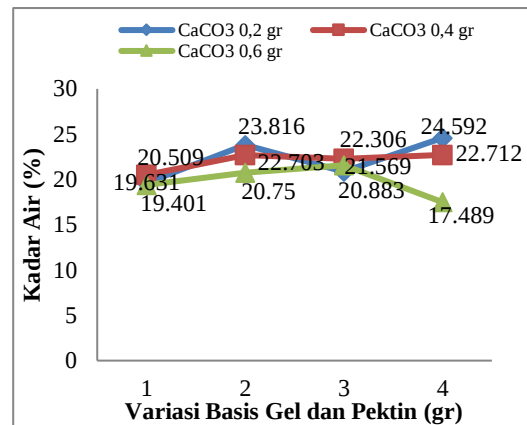
air adalah *moisture analyzer*. Kadar air dapat ditentukan menggunakan rumus pada persamaan (1) :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

w_1 = bobot sampel mula-mula (gr)

w_2 = bobot sampel kering (gr)



Gambar 4. Pengaruh *Filler* CaCO₃ dan Variasi Basis Gel-Pektin Terhadap Kadar Air

Berdasarkan gambar 4, menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pektin dapat secara signifikan mengurangi kadar air dari cangkang kapsul. Ada hubungan antara semakin meningkatnya penambahan pektin dan proses pembentukan gel. Pada kondisi tertentu, pektin akan menggumpal dan membentuk serabut halus yang dapat memerangkap air, sehingga jumlah air bebas berkurang, mengakibatkan penurunan kadar air dalam cangkang kapsul. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan Peng *et.al* (2021) dimana dengan penambahan pektin dapat secara efektif menurunkan kadar air pada film kapsul. Pada penelitian Nurdiani *et al.*, (2021) penambahan pektin juga menunjukkan penurunan kadar air dari *edible film*.

Pada formulasi 0,6 gr CaCO₃ menghasilkan kadar air yang cukup rendah. Hal ini menunjukan bahwa

penambahan CaCO_3 yang bersifat hidrofobik dan tidak menyerap kelembapan sebanyak pektin, sehingga CaCO_3 dapat mengurangi kadar air dalam cangkang kapsul.

Penggunaan HPMC juga dapat mempengaruhi dimana polimer hidrofilik yang mampu menyerap dan menahan air meskipun tanpa bantuan pektin. Pada konsentrasi HPMC yang tinggi, molekul-molekul HPMC cenderung membentuk jaringan yang dapat menyerap lebih banyak air dari lingkungan sekitarnya, sehingga kadar air cangkang kapsul meningkat.

3.5 Uji pH

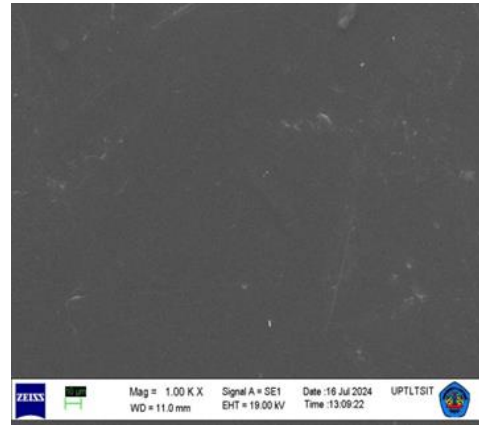
Uji pH pada cangkang kapsul bertujuan untuk menentukan tingkat keasaman atau kebasaan kapsul. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa kapsul tidak menimbulkan iritasi maupun merusak kandungan obat serta aman bagi tubuh saat dikonsumsi. Sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Departemen Kesehatan RI (1995), pH cangkang kapsul harus berada dalam rentang 5 hingga 7.

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa pH cangkang kapsul yang diperoleh seragam, yaitu 6. Hal ini disebabkan oleh sifat bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan cangkang kapsul, yang umumnya bersifat netral.

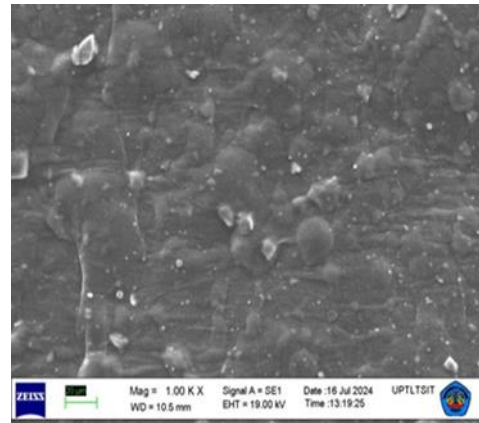
3.6 Uji Scanning Electron Microscopy (SEM)

Uji SEM pada cangkang kapsul dilakukan untuk menganalisis morfologi permukaan serta struktur mikroskopisnya. Metode ini memungkinkan identifikasi tingkat kehalusan atau kekasaran permukaan kapsul, yang dapat memengaruhi stabilitas serta interaksinya dengan faktor lingkungan seperti kelembapan dan udara. Selain itu, SEM juga dapat

mendeteksi keberadaan pori-pori pada permukaan cangkang kapsul. Struktur yang lebih berpori berpotensi memengaruhi daya serap air, waktu hancur, serta stabilitas kapsul secara keseluruhan. Berdasarkan hasil analisis SEM yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 5. Hasil Scanning Electron Microscopy HPMC Komersil 1000X



Gambar 6. Hasil Scanning Electron Microscopy Cangkang Kapsul Variasi 8 1000X

Pada gambar 5, menunjukkan bahwa struktur cangkang kapsul yang cukup homogen, permukaan cukup halus meskipun terdapat sedikit serpihan putih serta tingkat kerapatan pori-pori yang tinggi. Sedangkan pada gambar 6, struktur yang belum homogen sehingga menyebabkan cangkang kapsul terlihat tidak merata. Permukaannya juga tidak begitu halus akibat adanya bercak putih serta terdapat gelembung-gelembung kecil.

Faktor proses pengadukan juga berpengaruh karena bertujuan untuk memastikan pencampuran bahan yang lebih homogen serta menghilangkan gelembung udara dalam adonan cangkang kapsul. Perbedaan karakteristik ini menunjukkan bahwa penambahan pektin dan CaCO_3 memengaruhi struktur morfologi dari cangkang kapsul. CaCO_3 berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*) yang membantu mempertahankan bentuk cangkang dan meningkatkan kekuatan struktural, sedangkan pektin dapat mempengaruhi sifat kelenturan dan tekstur permukaan kapsul.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa rasio terbaik cangkang kapsul yang dihasilkan pada Variasi 8 dengan HPMC 2,5-gram dan pektin 0 gram dan karagenan 3 gram dan CaCO_3 0,4 gram. Cangkang kapsul keras dengan tingkat kadar air 22,712% dimana belum memenuhi standar, tetapi waktu hancur 21 menit 10 detik, viskositas sebesar 660 cPs serta pH diperoleh 6 yang sudah memenuhi standar cangkang kapsul.

Penggunaan pektin dapat meningkatkan viskositas, tetapi cenderung memperpanjang waktu hancur. Penambahan CaCO_3 dapat memperpanjang waktu hancur, terutama jika digunakan dalam jumlah yang tinggi, tetapi mampu mengurangi kadar air cangkang kapsul.

Analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM) pada Variasi 8 menunjukkan struktur yang belum homogen meskipun masih terdapat serpihan putih dan permukaan yang tidak rata.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada PT. Kapsulindo Nusantara yang telah memberikan izin

dan fasilitas untuk melakukan pengujian dalam penelitian ini. Bantuan dan dukungan sangat berarti bagi kelancaran penelitian.

Daftar Pustaka

- Araujo, R. *et al.* (2020) 'A comparative study of hard gelatin and hypromellose capsules containing a dry extract of senna (*Cassia angustifolia*) under controlled temperature and relative humidity', *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 82(4), pp. 718–723.
- Darni, Y. and Rakhman, F.A. (2017) 'Aplikasi Edible Film dari Rumput Laut *Eucheumma cottoni* dan Pati Sorgum dengan Plasticizer Gliserol dan Filler CaCO_3 sebagai Bahan Pembuat Cangkang Kapsul', *Inovasi Pembangunan : Jurnal Kelitbangan*, 5(02), pp. 172–183.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia (1995) *Farmakope Indonesia Edisi IV*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Deshmukh, K., Ahamed, M.B., Deshmukh, R.R., Bhagat, P.R. & Chidambaram, K. (2017) 'Eco-friendly synthesis of graphene oxide reinforced hydroxypropyl methylcellulose nanocomposites for high-performance applications', *International Journal of Biological Macromolecules*, 104, pp. 1746–1754.
- Duconseille, A., Astruc, T., Quintana, N., Meersman, F. & Sante-Lhoutellier, V. (2015) 'Gelatin structure and composition linked to hard capsule dissolution: A review', *Food Hydrocolloids*, 43, pp. 360–376.

- Farmakope Indonesia (2008) *Farmakope Indonesia Edisi V*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Fritz, K., Taylor, K. & Parmar, M. (2023) 'Calcium Carbonate', *StatPearls*, National Library of Medicine.
- Mahardika, M., Micha, P., & Adi, S. (2022) 'Pengembangan cangkang kapsul berbahan pektin lidah buaya: Evaluasi waktu hancur dan karakteristik fisik', *Jurnal Kovalen*, 14(2), pp. 180-185.
- 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*, 9(10), pp. 1-6
- Mishra, A., Ishra, R., Chauhan, R., Shah, C., Dlwadi, M. & Upadhyay, U. (2021) 'A Review On HPMC As Versatile Material In Pharmaceutical Dosage Forms', *World Journal of Pharmaceutical Research*, 10(11), pp. 204-211.
- Nurdiani, D., Suryani, E., & Suryanto, S. (2019) 'Karakteristik edible film dari gelatin kulit ikan kakap merah (*Lutjanus argentimaculatus*) dengan penambahan pektin', *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 30(2), pp. 157-163.
- Peng, X., Chen, H., Liu, Y., Li, Y. & Wang, Y. (2021) 'Effect of low-methoxyl pectin from sunflower head on the mechanical properties of HPMC-based film', *Journal of Food Science and Technology*, 58(12), pp. 4567-4578.
- Poeloengasih, C.D., Pranoto, Y., Anggraheni, F.D. & Marseno, D.W. (2017) 'Potential of sago starch/carrageenan mixture as gelatin alternative for hard capsule material', *AIP Conference Proceedings*, 1823.
- Simanjuntak, F., Kaban, J. & Ginting, A. (2020) 'Effect of Glycerol Plastic Concentration on The Characteristics of Calcium Alginate-Based Edible Film', *Journal of Chemical Natural Resources*, 2(1).
- Suparman, A., Herawati, D. & Fitratul, Z.T. (2019) 'Karakterisasi dan Formulasi Cangkang Kapsul dari Tepung Pektin Kulit Buah Cokelat (*Theobroma cacao* L.)', *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 2(2), pp. 77-83.
- United States Pharmacopeial Convention (1995) *United States Pharmacopeia XXIII, NF XVIII*. Rockville: United States Pharmacopeial Convention.