

Perbandingan Polimer pada Tablet Bukal dan Pengaruhnya pada Penghantaran

Muhammad Fathur Rahman*, Rakha Widyastama, Padma Azzahra Ramadhani, Elita Rahmah, Zalmiati, Nor Latifah.

Universitas Muhammadiyah Banjarmasin, Kalimantan Selatan

ARTICLE INFO

Article history :

Received : 26/11/2024

Revised : 3/12/2024

Published : 31/12/2024



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Volume : 4

No. : 2

Halaman : 135 - 142

Terbitan : **Desember 2024**

Terakreditasi [Sinta Peringkat 5](#)
berdasarkan Ristekdikti
No. 152/E/KPT/2023

ABSTRAK

Pengembangan film bukal mukoadhesif menjadi fokus penelitian farmasi untuk meningkatkan penghantaran obat oral. Kombinasi polimer seperti karbopol dan HPMC meningkatkan adhesi film, sedangkan variasi excipien memengaruhi sifat fisik dan pelepasan obat. Film yang ideal harus fleksibel, memiliki pH netral, dan dapat melepaskan obat secara terkontrol. Meskipun kemajuan telah dicapai, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk evaluasi in vivo dan mengatasi tantangan seperti variabilitas antar individu. Dengan potensi yang besar, film bukal mukoadhesif dapat menjadi alternatif menarik untuk penghantaran obat oral.

Kata Kunci : Bukal, Mukoadhesif, Excipien.

ABSTRACT

The development of mucoadhesive buccal films has become a focus of pharmaceutical research to improve oral drug delivery. The combination of polymers such as carbopol and HPMC improves film adhesion, while variations in excipients influence physical properties and drug release. The ideal film should be flexible, have a neutral pH, and be able to release the drug in a controlled manner. Although progress has been made, further research is needed for in vivo evaluation and addressing challenges such as interindividual variability. With great potential, mucoadhesive buccal films can be an attractive alternative for oral drug delivery.

Keywords : Buccal, Mucoadhesive, Excipient.

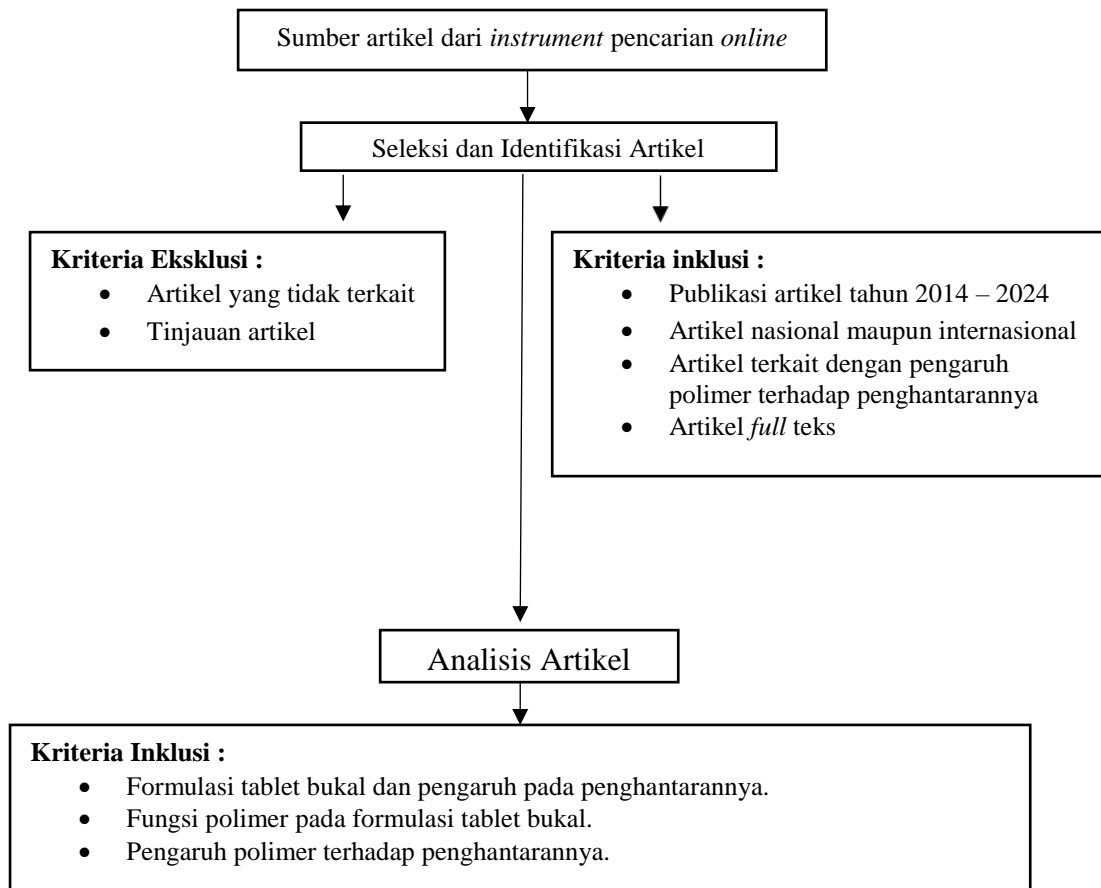
Copyright© 2024 The Author(s).

A. Pendahuluan

Tablet bukal adalah bentuk sediaan farmasi yang didesain untuk diserap melalui mukosa bukal, atau lapisan dalam pipi. Metode ini menawarkan keuntungan seperti menghindari metabolisme lintas pertama di hati dan meningkatkan bioavailabilitas obat [1]. Tablet bukal memungkinkan obat untuk langsung masuk ke aliran darah, memberikan onset kerja yang lebih cepat dan profil pelepasan yang terkendali [2]. Selain itu, bentuk sediaan ini cocok bagi pasien dengan kesulitan menelan, seperti lansia atau anak-anak. Namun, formulasi tablet bukal menghadapi beberapa tantangan, termasuk stabilitas obat di lingkungan mulut yang basah serta kemungkinan tertelan secara tidak sengaja [3]. Pengembangan teknologi *mucoadhesive* dalam tablet bukal terus ditingkatkan agar obat dapat menempel lebih lama dan memberikan feel terapeutik optimal [4]. Sistem penghantar buccal adalah metode pemberian obat melalui mukosa buccal, dengan obat diletakkan antara pipi dan gusi. Kelebihan sediaan ini termasuk kemudahan penggunaan, pengantaran obat sistemik, minimnya efek samping, bioavailabilitas yang baik, daya rekat yang kuat, tidak terpengaruh metabolisme first-pass, perlindungan terhadap pH lambung, serta kemampuan untuk dihentikan jika terjadi toksisitas, sehingga mencegah iritasi saluran cerna. Dalam penghantaran obat, komposit polimer berfungsi sebagai matriks pelindung yang mendukung pelepasan terkontrol serta meningkatkan bioavailabilitas dan stabilitas obat. Beberapa biopolymer penting dalam industri farmasi meliputi alginate, protein, kitosan, gelatin, dan pati [5]. Masing-masing polimer memiliki manfaat: alginate dan protein dalam sistem penghantar obat, kitosan untuk meningkatkan bioavailabilitas dan rekayasa jaringan, gelatin sebagai bahan biodegradable, serta pati yang meningkatkan kelarutan, stabilitas, dan mengurangi toksisitas serta efek samping obat. Kerugian dari rute bukal meliputi permeabilitas membrane bukal yang rendah dibandingkan dengan membran sublingual, waktu permanensi yang singkat karena tekanan mekanis dan proses menelan serta pengenceran obat karena sekresi saliva yang terus menerus di dalam mulut. Meskipun demikian, keuntungan dan kemajuan terkini dalam penghantaran obat akan lebih besar daripada kerugian yang ada [6]. Formulasi mukoadhesif telah diteliti untuk penghantaran obat ke dalam mukosa rongga mulut seperti bukal, sublingual dan gingiva, mata, hidung, rectum dan vagina. Di antara sistem ini, mukosa bukal menawarkan keuntungan, seperti penyerapan yang besar, aksesibilitas, alat penghantaran sederhana, menghindari degradasi obat dan potensi untuk menggabungkan obat sebagai sistem penghantaran obat terkendali [7]. *Review* ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan dari berbagai bahan polimer yang digunakan dalam formulasi tablet bukal dan pengaruhnya terhadap penghantaran sediaan tablet bukal. Alasan dilakukan studi ini mengetahui pengaruh dari perbedaan polimer terhadap penghantarannya.

B. Metode Penelitian

Penyusunan artikel ini menggunakan metode penelusuran dari berbagai referensi meliputi jurnal nasional maupun internasional, dengan pencarian yang bersumber dari *instrument* pencarian *online* yang berhubungan dengan perbandingan polimer pada tablet bukal serta pengaruhnya terhadap pengantaran. Pencarian referensi dilakukan dengan menggunakan istilah atau kata kunci, yaitu : tablet bukal, antidiabetes, formulasi, asma, penghantaran. Artikel jurnal yang digunakan sebanyak 5 jurnal dan jurnal yang digunakan berdasarkan publikasi 10 tahun terakhir (2014-2024) yang sesuai dengan tema studi literatur.



C. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 : Polimer yang digunakan tiap formulasi

Jenis Polimer	Judul Jurnal	Zat Aktif	Hasil	Referensi
HPMC K15 cps, Karbopol	<i>Formulation Development and Characterization of Pioglitazone and Cilnidipine Buccal Tablet to Manage Diabetic Patients with Hypertension.</i>	Pioglitazon & Cilnidipin	Campuran dari karbopol dan formulasi yang mengandung HPMC menunjukkan bioadhesi yang lebih baik daripada campuran semua polimer mukoadhesif lainnya dalam formulasi.	[8]
CMC Na	Optimasi Formulasi Tablet Bukal Mukoadhesive Glibenklamid Menggunakan Matriks CMC Na Serta Asam Oleat Sebagai Enhancer.	Glibenklamid	Penurunan kadar CMC Na meningkatkan kadar, dan kombinasi matriks CMC Na dengan asam oleat sebagai enhancer memengaruhi sifat fisik tablet bukal mukoadhesif glibenklamid, seperti kekerasan, kerapuhan, pH, dan kemampuan mengembang dalam saliva buatan.	[9]

Jenis Polimer	Judul Jurnal	Zat Aktif	Hasil	Referensi
HPMC K15M, Na. CMC	Formulasi dan Karakterisasi <i>Buccal Film</i> Salbutamol Sulfat.	Salbutamol	Dengan daya lipat yang baik menjaga integritas tablet saat digunakan; semakin besar gaya antarmolekul pada rantai polimer, semakin kuat senyawa polimer tersebut. Film yang dihasilkan memiliki pH netral 7, sehingga diharapkan tidak menyebabkan iritasi pada mukosa gusi dan sesuai dengan pH saliva normal antara 6,3 – 7,3.	[10]
HPMC K15M, Na. CMC	<i>Formulation and Characterization of Buccal Film Nanoemulsion Apigenin As Antidiabetic</i>	Apigenin	Penggunaan polimer hidrofilik dengan sudut kontak yang kecil dan koefisien hamburan yang besar menghasilkan pembasahan film yang lebih baik dan waktu disintegrasi yang lebih cepat. Bertujuan untuk mendapatkan formula nanoemulsi <i>film</i> bukal dengan apigenin yang baik.	[11] [12]
PVPK-30	Optimasi Formula Tablet Bukoadhesif Piroksikam dengan Polimer Kitosin, Karbopol 940P, Serta Penghancur PEG 6000.	Piroksikam	Kombinasi polimer kitosan dan karbopol 940P berdampak signifikan pada sifat fisik tablet bukal piroksikam, termasuk kemampuan mengembang, kekuatan, dan lama perlekatan, di mana kemampuan mengembang meningkat seiring peningkatan karbopol 940P. Kombinasi kitosan, karbopol 940P, dan penghancur PEG 6000 paling berpengaruh pada pelepasan obat, dengan semakin banyaknya PEG 6000, semakin tinggi pula jumlah obat yang dilepaskan.	[13]

Polimer, baik yang bersumber dari bahan alami maupun sintetis, merupakan makromolekul yang memiliki kemampuan unik untuk menempelkan atau mengikat obat pada permukaan mukosa, sehingga memegang peranan penting dalam pengembangan sistem penghantaran obat. Sifat utama polimer ini memungkinkan formulasi obat untuk memperpanjang waktu tinggal bahan aktif pada lokasi target, yang pada akhirnya meningkatkan pelepasan obat secara terkontrol dan memaksimalkan lokalisasi spesifik pada area yang

dituju. Konsep ini menjadi strategi yang sangat penting dalam formulasi farmasi modern, khususnya untuk sediaan mukoadhesif seperti tablet bukal, film bukal, dan sistem transdermal, di mana keberhasilan terapi sangat bergantung pada durasi kontak antara obat dan jaringan target. Dalam aplikasinya, berbagai jenis polimer digunakan untuk memenuhi kebutuhan formulasi yang berbeda, baik sebagai pengikat, pembentuk matriks, maupun agen pelepas. Polimer seperti CMC Na, HPMC K15 cps, Carbopol, HPMC K15M, dan PVPK-30 adalah beberapa contoh yang sering dibandingkan dalam penelitian untuk mengoptimalkan formulasi penghantaran obat. Sebagai contoh, CMC Na, yang memiliki sifat pengikat yang kuat, sering digunakan untuk meningkatkan kekerasan tablet, sedangkan Carbopol dikenal dengan daya lekatnya yang tinggi pada mukosa karena sifat mukoadhesifnya yang kuat. Di sisi lain, HPMC, dalam berbagai variannya seperti K15 cps dan K15M, sering digunakan untuk memberikan fleksibilitas, kemampuan mengembang, dan stabilitas yang baik pada sediaan farmasi, sementara PVPK-30 dikenal untuk meningkatkan stabilitas formulasi tertentu. Dengan berbagai karakteristik tersebut, pemilihan dan kombinasi polimer yang tepat menjadi langkah krusial dalam memastikan sistem penghantaran obat tidak hanya mampu memperpanjang durasi efek obat, tetapi juga memberikan pelepasan bahan aktif yang terkontrol, meningkatkan kenyamanan pasien, serta mengurangi efek samping yang mungkin timbul. Oleh karena itu, penggunaan polimer yang sesuai dapat memberikan solusi inovatif untuk meningkatkan efektivitas terapi dalam berbagai aplikasi farmasi modern.

Pada jurnal 1 uji bioadhesi atau mukoadhesi dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan polimer dalam menempel pada permukaan mukosa, yang sangat penting dalam formulasi sediaan bukal. Mukoadhesi adalah kemampuan sediaan untuk melekat pada jaringan mukosa, sehingga bahan aktif dapat bertahan lebih lama di tempat aplikasi dan memberikan efek terapeutik yang lebih optimal. Dalam penelitian ini, hasil menunjukkan bahwa kombinasi antara Carbopol 934p dan HPMC memberikan kapasitas adhesi yang lebih kuat dibandingkan dengan formulasi yang menggunakan polimer mukoadhesif yang lain. Carbopol 934p dikenal sebagai polimer dengan sifat mukoadhesif yang kuat karena mengandung gugus asam karboksilat yang dapat berikatan dengan mukosa, sedangkan HPMC memberikan fleksibilitas dan kemampuan *swelling* atau pengembangan saat kontak dengan air. Kombinasi kedua polimer ini menghasilkan interaksi yang meningkatkan daya lekat pada permukaan mukosa, sehingga memperpanjang waktu kontak sediaan dengan mukosa dan memungkinkan pelepasan bahan aktif secara bertahap. Sifat bioadhesi yang baik ini juga membantu mempertahankan nanoemulsi di area bukal, meningkatkan penyerapan apigenin melalui mukosa mulut. Hasil ini mendukung pemilihan polimer Carbopol 934p dan HPMC sebagai kombinasi ideal untuk meningkatkan bioadhesi dalam formulasi nanoemulsi *film* bukal, yang pada gilirannya dapat meningkatkan efektivitas bahan aktif dalam memberikan efek terapeutik secara lebih konsisten.

Pada jurnal 2, ditemukan bahwa kadar glibenklamid pada berbagai formula, yaitu formula 1, 2, 3, dan 4, menunjukkan nilai rata-rata masing-masing sebesar $2,130\% \pm 0,515$; $1,797\% \pm 0,249$; $2,406\% \pm 0,206$; dan $3,449\% \pm 0,429$. Data ini menunjukkan adanya kecenderungan di mana penurunan konsentrasi CMC Na (Sodium Carboxymethylcellulose) berbanding lurus dengan peningkatan kadar glibenklamid dalam formulasi. Hal ini dapat dijelaskan dengan cara bahwa ketika kadar CMC Na yang digunakan lebih tinggi, tablet yang dihasilkan menjadi lebih keras dibandingkan dengan tablet yang memiliki kadar CMC Na yang lebih rendah. Dalam hal ini, CMC Na berperan sebagai bahan pengikat yang efektif, yang meningkatkan interaksi antar partikel dalam tablet, sehingga menghasilkan struktur tablet yang lebih padat dan kuat (Rahmawati et al. 2017). Selain itu, variasi dalam kombinasi matriks CMC Na dengan asam oleat sebagai enhancer juga memberikan dampak signifikan terhadap kekerasan tablet. Saat kadar CMC Na meningkat, kerapuhan tablet dapat berkurang, menunjukkan bahwa penggunaan CMC Na bersama dengan asam oleat membantu dalam menciptakan formulasi tablet yang lebih stabil dan memiliki daya tahan yang lebih baik. Dengan demikian, penelitian ini menyoroti pentingnya pemilihan dan proporsi bahan pengikat dalam formulasi tablet untuk mencapai kualitas fisik yang diinginkan, termasuk kekerasan dan kerapuhan tablet.

Pada jurnal 3 Pada perbandingan HPMC K15M DAN Na-CMC digunakan untuk menguji karakteristik fisik dan kimia film yang dihasilkan, serta potensi aplikasinya sebagai sistem penghantaran obat. Penggunaan HPMC K15M dan Na-CMC sebagai matriks film berperan penting dalam menentukan sifat fisik seperti

fleksibilitas dan transparansi, yang memengaruhi kenyamanan penggunaan. Variasi perbandingan HPMC K15M menghasilkan ketebalan film yang berbeda. Ketebalan film merupakan parameter penting, karena mempengaruhi pelepasan obat, semakin tebal film, semakin lambat laju pelepasan obat yang mungkin terjadi karena perjalanan substansi aktif dari matriks ke permukaan membutuhkan waktu lebih lama. Ketebalan yang seragam di setiap batch formulasi juga menunjukkan keseragaman dalam pencampuran bahan dan pengendalian proses produksi, yang penting untuk menjaga dosis yang konsisten pada setiap film. Daya tahan lipat dari film ini menunjukkan bahwa semua formula memiliki ketahanan hingga 300 kali lipatan. Uji daya tahan lipat ini penting karena menunjukkan daya elastisitas film, yang merupakan indikator fleksibilitas serta daya tahan terhadap kondisi fisik di rongga mulut, seperti gerakan gigi dan lidah. Film yang lentur dan tidak mudah patah lebih ideal untuk aplikasi buccal karena memungkinkan pasien bergerak atau berbicara tanpa risiko film patah atau terlepas. Variasi perbandingan HPMC K15M dan Na-CMC tampaknya memberikan film dengan ketahanan yang memadai pada setiap formulasinya, menunjukkan bahwa kombinasi ini cocok sebagai bahan dasar buccal film. Hasil pengujian menunjukkan bahwa bobot setiap film pada formulasi relatif seragam. Keseragaman bobot merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk memastikan distribusi zat aktif yang merata di dalam film. Bobot yang seragam menjamin bahwa setiap dosis yang diberikan kepada pasien memiliki jumlah salbutamol yang konsisten, sehingga efek terapi yang dihasilkan dapat terprediksi dan efisien. Hal ini penting, khususnya dalam formulasi buccal, di mana area permukaan film berbanding langsung dengan laju pelepasan obat. Pengukuran pH permukaan film menunjukkan bahwa setiap formulasi memiliki pH netral (sekitar pH 7). pH netral ini sesuai dengan pH alami saliva (6,3-7,3), yang mengurangi risiko iritasi pada mukosa rongga mulut. Penggunaan bahan-bahan dengan pH yang mendekati saliva penting dalam menjaga stabilitas film selama aplikasi, serta meningkatkan kenyamanan pasien dan meningkatkan kebutuhan dalam pengobatan. Ketidaksiharian pH dapat menyebabkan rasa tidak nyaman atau bahkan iritasi, yang akan mempengaruhi penerimaan pasien terhadap produk ini. Rute buccal memiliki keunggulan dalam meningkatkan bioavailabilitas karena menghindari metabolisme lintas pertama di hati dengan formulasi yang tepat, salbutamol sulfat dapat dengan cepat masuk ke sirkulasi sistemik melalui membran buccal. Memberikan efek terapeutik yang lebih cepat. Berdasarkan hasil karakteristik yang diperoleh dari film yang dihasilkan, formulasi ini berpotensi meningkatkan efektifitas dengan mengurangi kadar obat dalam darah dan menyediakan pelepasan obat yang lebih stabil. Keunggulan ini dapat mengurangi dosis yang diperlukan, memperpanjang durasi efek obat, dan memberikan kenyamanan lebih pada pasien dengan karakteristik yang dihasilkan. Selain itu, buccal film yang lentur, seragam, dan pH-nya netral dapat menurunkan efek samping yang mungkin timbul dari ketidaknyamanan di rongga mulut. Secara keseluruhan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbandingan HPMC K15M dan Na-CMC pada buccal film salbutamol sulfat dapat menghasilkan produk dengan sifat fisik dan kimia yang ideal untuk digunakan sebagai sistem penghantaran obat melalui rute buccal.

Pada jurnal 4 formulasi HPMC K15M dan Na CMC digunakan dalam formulasi buccal karena memiliki sifat *mucoadhesive*, yang memungkinkan obat menempel lebih lama pada mukosa mulut untuk meningkatkan penyerapan. Kedua polimer ini juga membantu mengontrol pelepasan obat secara bertahap, menjaga stabilitas formulasi, dan meningkatkan bioavailabilitas obat dengan menghindari metabolisme lintas pertama di hati. Selain itu, HPMC K15M dan Na CMC aman, biokompatibel, serta efektif dalam meningkatkan kinerja penghantaran obat melalui mukosa buccal. Penggunaan polimer hidrofilik dengan sudut kontak yang kecil dan koefisien hamburan yang besar menghasilkan pembasahan film yang lebih baik dan waktu disintegrasi yang lebih cepat. Bertujuan untuk mendapatkan formula nanoemulsi apigenin dengan evaluasi karakterisasi terbaik dan nanoemulsi film buccal apigenin yang baik. Polimer hidrofilik memiliki sudut kontak yang kecil, artinya polimer ini mampu menarik air dengan baik, sehingga memungkinkan film menjadi lebih mudah terbasahi saat terkena cairan. Ini penting karena pembasahan yang baik membantu dalam melepaskan bahan aktif lebih cepat dan efektif, terutama pada sediaan buccal yang mengharuskan bahan aktif cepat terdistribusi di mukosa mulut. Koefisien hamburan yang besar juga memainkan peran penting karena sifat ini membantu menyebarkan partikel nanoemulsi secara merata dalam matriks film, sehingga menghasilkan struktur yang lebih homogen. Homogenitas ini akan mempengaruhi waktu disintegrasi film; semakin cepat film terurai, semakin cepat pula bahan aktif dapat tersedia untuk diserap.

Dalam konteks ini, mempercepat waktu disintegrasi sangat diinginkan agar apigenin yang dikandung dalam film bukal dapat diserap lebih cepat dan efektif melalui mukosa bukal, memberikan efek yang lebih cepat pula. Dengan formulasi yang melibatkan polimer hidrofilik ini, tujuan akhirnya adalah memperoleh formula nanoemulsi apigenin yang memiliki karakteristik fisik dan kimia yang optimal, seperti ukuran partikel kecil, distribusi partikel yang merata, stabilitas yang baik, dan sifat-sifat lain yang mendukung efektivitas apigenin sebagai bahan aktif.

Pada jurnal 5 berdasarkan hasil penelitian, kombinasi polimer kitosan dan karbopol 940P terbukti memiliki pengaruh signifikan terhadap sifat fisik tablet bukal yang mengandung piroksikam. Sifat-sifat seperti kemampuan mengembang, kekuatan, dan durasi perlekatan pada mukosa bukal sangat dipengaruhi oleh komposisi dari kedua polimer ini. Penggunaan kitosan cenderung meningkatkan kemampuan tablet untuk mengembang Ketika kontak dengan cairan. Hal ini penting karena pengembangan yang optimal membantu meningkatkan kontak permukaan antara tablet dan mukosa, yang dapat memperkuat perlekatan dan memungkinkan pelepasan obat secara lebih terkontrol. Selain itu, karbopol 940P menunjukkan pengaruh positif terhadap kekuatan perlekatan tablet pada mukosa. Karbopol adalah polimer hidrofilik dengan sifat adhesif kuat, sehingga dengan meningkatnya kadar karbopol 940P, kekuatan perlekatan pada tablet juga meningkat. Ini memungkinkan tablet bukal piroksikam untuk tetap menempel lebih lama di area aplikasi, memberikan pelepasan obat yang bertahap dan memperpanjang durasi efek terapeutik. Penambahan penghancur seperti PEG 6000 juga memberikan efek penting dalam formulasi ini, khususnya pada pelepasan obat secara *in vitro*. PEG 6000 berfungsi sebagai penghancur, yang mempercepat disintegrasi tablet dan meningkatkan pelepasan obat dari matriks. Semakin besar jumlah obat yang dilepaskan, yang terbukti dari hasil pelepasan *in vitro*. Mencapai 95,43% pada uji ke 12. Ini menunjukkan PEG 6000 memiliki peran kunci dalam mengatur profil pelepasan piroksikam dari tablet bukal. Formula optimum dari penelitian ini adalah kombinasi karbopol 940P sebesar 18,58 mg (12,38%), kitosan 36,44 mg (24,29%), dan PEG 6000 13,98 mg (9,32%). Komposisi ini memberikan karakter fisik dan profil pelepasan obat yang optimal, dengan memperhatikan kemampuan mengembang, kekuatan perlekatan, dan pelepasan obat yang efisien.

D. Kesimpulan

Polimer, yang merupakan makromolekul terdiri dari unit-unit monomer berulang yang dapat diperoleh baik dari sumber alami maupun proses sintesis kimia, memiliki peran yang krusial dalam sistem penghantaran obat modern karena kemampuannya yang unik untuk berinteraksi dengan permukaan mukosa, sehingga tidak hanya dapat memperpanjang waktu tinggal obat di lokasi target, tetapi juga secara signifikan meningkatkan bioadhesi dan memungkinkan pelepasan bahan aktif secara bertahap dan terkontrol; dalam konteks formulasi farmasi, jenis-jenis polimer seperti Carbopol, HPMC (Hydroxypropyl Methylcellulose), Na-CMC (Sodium Carboxymethylcellulose), kitosan, dan PEG 6000 (Polyethylene Glycol) menunjukkan kontribusi yang sangat penting dan beragam dalam menciptakan produk yang efisien dan efektif. Sebagai contoh, saat Carbopol 934p dipadukan dengan HPMC, formulasi ini menampilkan kemampuan adhesi yang tinggi pada permukaan mukosa, yang tidak hanya memperpanjang durasi kontak obat dengan jaringan, tetapi juga mendukung pelepasan bahan aktif secara perlahan, sebuah karakteristik yang sangat penting dalam produk-produk yang memerlukan efek terapeutik berkelanjutan, seperti yang terlihat pada aplikasi nanoemulsi film bukal apigenin yang memberikan hasil yang menjanjikan. Selain itu, penyesuaian konsentrasi Na-CMC dalam formulasi tablet memberikan wawasan penting, di mana konsentrasi yang lebih tinggi diketahui dapat meningkatkan kekerasan tablet, yang berfungsi penting untuk menjaga integritas fisik tablet selama penyimpanan dan transportasi, meskipun demikian, peningkatan konsentrasi ini juga dapat berdampak negatif dengan menurunkan kecepatan pelepasan obat, yang pada gilirannya mampu mempengaruhi efektivitas keseluruhan. Di sisi lain, penambahan PEG 6000 dalam formulasi tablet terbukti efektif dalam mempercepat proses disintegrasi tablet, meningkatkan pelepasan piroksikam hingga mencapai 95,43% dalam pengujian *in vitro*, yang menunjukkan betapa pentingnya pilihan jenis dan proporsi polimer yang ideal dalam formulasi untuk memaksimalkan performa terapeutik obat. Dalam pengembangan buccal film, kombinasi HPMC K15M dan Na-CMC melahirkan produk yang tidak hanya elastis dan seragam tetapi juga memiliki pH netral, yang memberikan kenyamanan optimal bagi pasien dan memastikan

pelepasan obat yang stabil, sebuah karakteristik yang sangat penting dalam produk yang dirancang untuk memberikan efek terapeutik konsisten, contohnya dalam formulasi salbutamol. Kitosan sebagai polimer yang dikenal dengan sifat biokompatibilitas dan biodegradabilitas yang tinggi, jika digabungkan dengan Carbopol 940P, terbukti sangat efektif dalam meningkatkan adhesi tablet pada permukaan mukosa, yang meningkatkan interaksi antara tablet dan jaringan sehingga memungkinkan pelepasan obat dilakukan secara terkontrol dan lebih efektif. Selain itu, polimer hidrofilik yang diaplikasikan dalam pengembangan formulasi nanoemulsi dapat mendukung proses pembasahan yang cepat, distribusi partikel yang merata, dan waktu disintegrasi yang lebih singkat, semua faktor ini berkontribusi pada penyampaian obat yang efisien. Keseluruhannya, hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan polimer dalam sistem penghantaran obat tidak hanya meningkatkan efektivitas terapi obat dengan memperpanjang durasi efek tetapi juga mengurangi risiko efek samping yang sering kali terkait dengan fluktuasi konsentrasi obat dalam darah, serta meningkatkan kenyamanan dan kepuasan pasien dalam menggunakan produk farmasi, sehingga menekankan pentingnya pemilihan dan pengaturan polimer secara tepat untuk mencapai tujuan terapeutik yang optimal dalam pengembangan produk farmasi modern.

Daftar Pustaka

- [1] M. S, D. S, A. S, A. V, M. A, and K. E, "Buccal Drug Delivery System – An Updated Overview," *Int J Pharm Pharm Res*, vol. 30, pp. 171–188, Jan. 2024, doi: 10.25166/IJPPR.2024.30.1.14.
- [2] R. Sheoran, "Buccal Drug Delivery System: A Review," *Int. J Pharm Sci Rev Res*, vol. 50, pp. 40–46, May 2018.
- [3] M. Pandey *et al.*, "Mucoadhesive Nanocarriers as a Promising Strategy to Enhance Intracellular Delivery against Oral Cavity Carcinoma," *Pharmaceutics 2022, Vol. 14, Page 795*, vol. 14, no. 4, p. 795, Apr. 2022, doi: 10.3390/PHARMACEUTICS14040795.
- [4] s. K. Gupta, I. J. Singhvi, M. Shirsat, G. Karwani, and A. Agarwal, "Buccal adhesive drug delivery system: A review," *Asian J Biochem Pharm Res*, vol. 2, pp. 105–114, Jan. 2011.
- [5] D. P. Sari, P. M. Lestari, and N. Nining, "Review: Komposit Polimer Pektin dalam Sistem Penghantaran Obat," *Majalah Farmasetika*, vol. 7, no. 1, p. 1, Feb. 2022, doi: 10.24198/mfarmasetika.v7i1.36568.
- [6] E. Russo *et al.*, "A focus on mucoadhesive polymers and their application in buccal dosage forms," *J Drug Deliv Sci Technol*, vol. 32, Jun. 2015, doi: 10.1016/j.jddst.2015.06.016.
- [7] K. R. Padsala, K. Desai, and S. M. V. Swamy, "Formulation, Evaluation And Optimization Of Mucoadhesive Buccal Tablet Of Simvastatin," *Pharma Science Monitor*, 2014, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:138210603>
- [8] P. Chaudhary, T. Kumar, A. Chaudhary, M. Ashawat, and V. Pandit, "Formulation Development and Characterization of Pioglitazone and Cilnidipine Buccal Tablet to Manage Diabetic Patients with Hypertension African Journal of Biological Sciences," *African jJournal of Biological Sciences*, 2024, doi: 10.48047/AFJBS.6.5.2024.
- [9] W. H. Rahmawati, "Optimasi Formula Tablet Hisap Ekstrak Daun Saga (*Abrus precatorius* L.)," 2017.
- [10] M. Ansari, B. Sadarani, and A. Majumdar, "Optimization and evaluation of mucoadhesive buccal films loaded with resveratrol," *J Drug Deliv Sci Technol*, vol. 44, pp. 278–288, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2017.12.007>.
- [11] M. Kazi *et al.*, "Enhancing Oral Bioavailability of Apigenin Using a Bioactive Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (Bio-SNEDDS): In Vitro, In Vivo and Stability Evaluations," *Pharmaceutics 2020, Vol. 12, Page 749*, vol. 12, no. 8, p. 749, Aug. 2020, doi: 10.3390/PHARMACEUTICS12080749.
- [12] A. Hussain *et al.*, "Solidified SNEDDS for the oral delivery of rifampicin: Evaluation, proof of concept, in vivo kinetics, and in silico GastroPlus™ simulation," *Int J Pharm*, vol. 566, pp. 203–217, Jul. 2019, doi: 10.1016/J.IJPHARM.2019.05.061.
- [13] K. Puspitasary, "Optimasi Formula Tablet Bukoadhesif Piroksikam Dengan Polimer Kitosan, Karbopol 940p, Serta Penghancur Peg 6000," *Jurnal Kesehatan Tujuh Belas (Jurkes TB)*, vol. 1, no. 1, 2019.