



Toothpaste Gel Preparation from Composite of Hydroxyapatite-Chitosan-Green Betel Leaf (*Piper Batle L.*) Extract

Yossy Nur Annisa, Sari Edi Cahyaningrum[✉]

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
Gedung C4 - C5, Kampus Ketintang, Surabaya, 60231, Indonesia

Info Artikel

Diterima Maret 2022

Disetujui Mei 2022

Dipublikasikan Agustus
2022

Keywords:

Pasta gigi
Hidroksiapatit
Ekstrak Sirih

Abstrak

Penggunaan pasta gigi bertujuan untuk mengurangi plak serta remineralisasi enamel gigi akibat dari reduksi yang disebabkan oleh aktivitas bakteri rongga mulut. Pasta gigi umumnya ditambahkan bahan antibiotik untuk mengatasi bakteri karies, akan tetapi penambahan senyawa remineralisasi kalsium pada gigi jarang ditemukan sehingga perlu dilakukan pengembangan pada pasta gigi dengan tiga bahan yaitu hidroksiapatit sebagai bahan untuk remineralisasi, kitosan dan ekstrak daun sirih hijau sebagai antibiotik. Tujuan dari penelitian ini ialah pembuatan formula gel pasta gigi dari komposit hidroksiapatit-kitosan-ekstrak daun sirih hijau dan mengetahui sifat fisik serta sifat kimia dari masing-masing formula. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium. Hasil uji organoleptik menunjukkan variasi ekstrak daun sirih hijau mempengaruhi warna, tekstur, dan aroma pada masing-masing formula. Uji homogenitas menunjukkan ketiga formula homogen. Ketiga formula memiliki daya sebar antara 5-7 cm dan daya lekat lebih dari 1 detik, hal tersebut menunjukkan ketiga formula memenuhi syarat daya lekat serta masuk dalam range daya sebar yang baik. Pada uji pH menunjukkan hasil formula satu (F1) dan formula dua (F2) memenuhi range pH sesuai dengan SNI (12-3524-1995) yaitu 4,5-10 sedangkan formula tiga (F3) jauh dibawahnya.

Abstract

The use of toothpaste aims to reduce plaque and remineralize tooth enamel as a result of the reduction caused by the activity of oral bacteria. Toothpaste is generally added with antibiotics to treat bacterial caries, but the addition of calcium remineralization compounds to teeth is rarely found so the development of toothpaste with three ingredients, namely hydroxyapatite as an ingredient for remineralization, chitosan, and green betel leaf extract as an antibiotic. The purpose of this study was to manufacture a toothpaste gel formula from the hydroxyapatite-chitosan-green betel leaf extract composite and to determine the physical and chemical properties of each formula. This research is a laboratory experimental research. The results of the organoleptic test showed that the variation of green betel leaf extract affected the color, texture, and aroma of each formula. The homogeneity test showed the homogeneity of the third formula. The third formula has good dispersion between 5-7 cm and good adhesion, which is more than 1 second. The pH test shows that the results of formula one (F1) and formula two (F2) meet the pH range according to SNI (12-3524- 1995) which is 4.5-10 while formula three (F3) is far below it.

Pendahuluan

Karies pada gigi merupakan masalah yang secara historis dianggap beban penyakit mulut global. World Health Organization (WHO) menyatakan jika 60-90% anak sekolah mengalami karies gigi. Penyakit multifaktoral ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti permukaan gigi, waktu, substrat, dan mikroorganisme (Prasetya, 2008). Bakteri *S. mutans* dan *L. acidophilus* merupakan mikroorganisme penyebab karies pada gigi, bakteri ini dapat tumbuh pada substrat yang menempel dan tidak segera dibersihkan, maka diperlukan pembersihan secara berkala sebagai bentuk pencegahan karies pada gigi karena sifat saliva manusia tidak mampu untuk membersihkan substrat pada gigi, menetralkan pH asam serta meminimalkan pertumbuhan bakteri penyebab karies (Wadu, *et al.*, 2016).

Kebiasaan sikat gigi merupakan salah satu dari tindakan menjaga kebersihan gigi, hal ini berkaitan dengan penggunaan pasta gigi yang bertujuan untuk mengurangi plak serta karies pada gigi karena aktivitas bakteri penyebab karies (Maldupa, *et al.*, 2012). Penambahan bahan antibiotik dalam pasta gigi merupakan langkah untuk mengatasi bakteri penyebab karies pada gigi (Pratama, 2014). Komponen utama pasta gigi berupa bahan abrasif untuk mengurangi pembentukan stain dan plak, flour berfungsi sebagai ketahanan gigi dan efektif melindungi gigi dari karies (Pratama, 2014) namun pada penggunaan jangka panjang akan menyebabkan gigi mengalami fluorosis (Putri *et al.*, 2015). Maka dalam hal ini perlu ditambahkan salah satu senyawa penyusun gigi yaitu kalsium pada pasta gigi. Hidroksiapatit atau dikenal dengan kalsium dihidroksifosfat atau kalsium hidroksifosfat merupakan senyawa mikro kalsium yang dapat digunakan sebagai alternatif bahan tambahan pada pasta gigi (Windarti & Astuti, 2006).

Hidroksiapatit memiliki rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ yang dihasilkan dari sintesis cangkang telur unggas, cangkang Mollusca, dan sisa tulang hewan pedaging seperti sapi dan kambing (Wadu, *et al.*, 2016). Selain hidroksiapatit sebagai bahan yang memiliki fungsi dalam remineralisasi kalsium, perlu juga ditambahkan bahan lain yang memiliki sifat antibakteri. Bahan alami yang dapat dijadikan sebagai alternatif bahan antibakterial pencegah karies yaitu kitosan. Pada penelitian Sano, (2003) membuktikan jika obat kumur dengan kandungan kitosan dapat dengan baik untuk mengurangi terbentuknya plak di gigi serta mengurangi bakteri *Streptococcus mutans* penyebab karies.

Penambahan bahan lain yang bersifat antibakteri kuat seperti daun sirih hijau (*Piper betle* L.) diduga mampu meningkatkan keefektifan fungsi dari pasta gigi. Pada umumnya sirih hijau mengandung 4,2% minyak atsiri, fenil propanoid, serta tanin. Senyawa tanin berfungsi sebagai antibakteri sehingga mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* (Cowan, 1999). Kandungan fenol dalam daun sirih hijau juga akan menghambat proses pembentukan dinding sel sehingga dapat menghambat aktivitas bakteri (Trimurti, *et al.* 2006). Besarnya manfaat dari ketiga bahan tersebut yang akhirnya mendorong dilakukannya penelitian ini yang memiliki tujuan untuk pembuatan sediaan gel pasta gigi komposit tiga bahan hidroksiapatit, kitosan, dan daun sirih hijau serta mengetahui sifat fisik dan kimia dari sediaan gel pasta gigi dengan variasi ekstrak daun sirih.

Secara teoritis peningkatan konsentrasi zat aktif dalam hal ini adalah ekstrak daun sirih diduga dapat meningkatkan kemampuan antibakteri, akan tetapi adanya peningkatan kemampuan antibakteri tidak selalu menghasilkan sifat fisik sesuai syarat. Hal inilah yang menjadi dasar dilakukan variasi masa ekstrak daun sirih sebagai zat aktif untuk mengetahui adanya pengaruh dari masa ekstrak daun sirih hijau terhadap sifat fisik gel.

Metode

Penelitian eksperimental laboratorium digunakan selama proses penelitian ini. Dilakukan pembuatan sediaan gel pasta gigi dari komposit tiga bahan yaitu hidroksiapatit, kitosan, dan ekstrak etanol daun sirih, dilanjutkan dengan uji secara fisik dan kimia. Uji fisik terdiri dari uji organoleptik, homogenitas, daya sebar, dan daya lekat. Sedangkan dilakukan uji kimia meliputi uji pH dan uji FT-IR.

Daun sirih hijau (*Piper Betle* L.) diekstrak dengan cara maserasi menggunakan pelarut etanol 96% sebanyak 5000 mL selama lima hari dan dilakukan pengadukan setiap hari secara rutin. Hasil rendaman disaring untuk diambil filtratnya kemudian dilakukan pemekatan menggunakan *rotary evaporator* hingga menghasilkan ekstrak daun sirih yang kental (Bustanussalam, *et al.*, 2015).

Pembuatan gel dilakukan dengan memanaskan 30 mL aquades selama 25 menit pada suhu 100°C, selanjutnya ditambahkan 0,8 gram serbuk CMC dan dilakukan pengadukan selama enam menit, selanjutnya dilakukan penambahan ekstrak daun sirih hijau dengan variasi masa 0,1 gram; 0,3 gram; dan 0,5 gram, kemudian ditambahkan 5 mL propolen glikol, 2 mL hidroksiapatit konsentrasi 5% yang dibuat dari 1 gram hidroksiapatit dalam 20 mL dalam asam fosfat dan ditambahkan dengan 2 mL kitosan konsentrasi 0,5% yang dibuat dengan melarutkan 2,5 gram serbuk kitosan dengan 500 mL asam asetat 2%, selanjutnya dilakukan pengadukan setelah penambahan masing-masing bahan selama empat menit, pada

langkah terakhir lakukan pengadukan kembali selama 15 menit untuk memastikan semua bahan tercampur. Selama proses pembuatan gel ini dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer*.

Uji Organoleptik dilakukan secara visual melibatkan sepuluh responden dengan memperhatikan tekstur, warna, dan aroma sediaan gel. Selanjutnya, analisis statistik dilakukan dengan *software* SPSS. Analisis dilakukan dengan uji normalitas (*Shapiro-Wilk*) dan dilanjutkan dengan analisis varian satu arah atau ANOVA apabila data terdistribusi normal atau dilakukan analisis Kruskal-Wallis apabila data tidak terdistribusi normal (Sayuti, 2015)

Uji homogenitas pada sediaan pasta gigi dilakukan dengan cara mengambil sedikit sampel pada masing-masing formula, kemudian dioleskan sampel tersebut di tiga titik yang berbeda pada kaca transparan, dan dilakukan pengamatan secara visual. Sampel dikatakan homogen apabila tidak terdapat butiran kasar (Nikam, 2017).

Pengukuran pH pasta gigi dilakukan dengan cara mencelupkan pH meter kedalam sampel (Marlina & Rosalini, 2017).

Uji daya Sebar digunakan untuk mengetahui seberapa besar sebaran pasta gigi jika diaplikasikan pada pasta gigi. Masing-masing 0,5 gram sampel dioleskan dibagian tengah kaca dan ditutup menggunakan kaca lain serta dilakukan pengukuran pada diameter penyebaran sediaan secara horizontal maupun vertikal. Pengujian juga dilanjutkan dengan menambahkan beban dengan variasi 50 gram dan 100 gram masing-masing setiap 5 menit sebelum dilakukan pengukuran diameter (Sayuti, 2015)

Uji daya lekat dimulai dengan mengoleskan 0,5 gram sampel diatas kaca obyek dan ditutup dengan kaca obyek lainnya, kemudian diberi penambahan beban dengan berat 1000 gram selama tiga menit. Daya lekat ditentukan berdasarkan waktu yang diperlukan untuk memisahkan kedua kaca obyek. Pengukuran waktu menggunakan stopwatch (Marchaban *et al*, 2017).

Uji FT-IR atau *Fourier-transform infrared spectroscopy* pada penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui gugus-gugus fungsi khas dari komposit hidroksiapatit-kitosan-ekstrak daun sirih yang dihasilkan. Sampel diukur dibilangan gelombang 4000-550 cm^{-1} . Puncak bilangan gelombang terdeteksi dapat digunakan untuk menentukan gugus-gugus fungsi sampel uji (Chatwall, 1985).

Hasil dan Pembahasan

Pembuatan sediaan gel pasta gigi komposit hidroksiapatit-kitosan-ekstrak daun sirih hijau dimulai dengan penambahan CMC- Na yang memiliki fungsi sebagai bahan pengental dan penstabil. Propilen glikol memiliki fungsi untuk mempertahankan kandungan air yang akan berpengaruh pada sifat fisik dan stabilitas sediaan selama penyimpanan (Dwiastuti, 2010).

Penggunaan pengawet serta minyak atsiri berfungsi sebagai antimikroba pada konsentrasi optimum (Sari & Supariono, 2012). Minyak atsiri dan pengawet tidak ditambahkan pada penelitian ini dikarenakan ekstrak daun sirih hijau dapat berperan sebagai pengawet alami. Minyak atsiri dalam sirih hijau memiliki aroma khas seta mengandung fenol alam yang memiliki kekuatan lima kali lebih kuat dari fenol biasa sebagai antiseptik (Putri, 2015). Senyawa saponin dalam daun sirih juga memiliki kemampuan sebagai antimikroba sedangkan senyawa flavonoid memiliki peran untuk mendenaturasi protein sel bakteri dan merusak membran pada sel (Aiello, 2012).

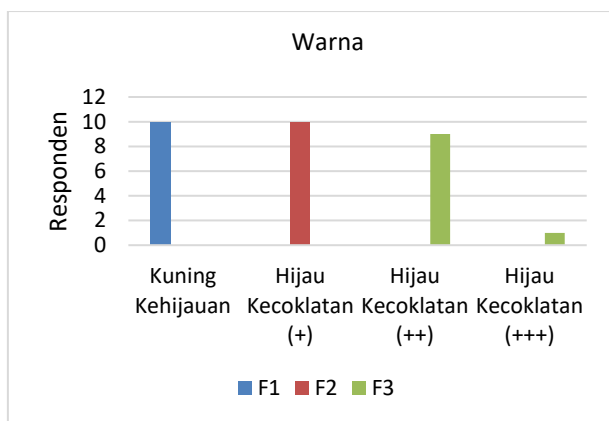


Gambar 1. Sampel Gel F1, F2, dan F3.

F1= variasi masa ekstrak sirih 0,1 gram; F2= variasi masa ekstrak sirih 0,3 gram; F3= variasi masa ekstrak sirih 0,5 gram.

Uji Organoleptik

Pada uji organoleptik melibatkan sepuluh responden untuk menilai karakteristik masing-masing sampel pada pengujian aroma, warna, dan tekstur. Representasi nilai pada masing-masing instrumen digunakan simbol tambah (+) yang menandakan semakin pekat sampel tersebut baik dalam pengujian warna, aroma, maupun tekstur. Hasil yang sudah diperoleh dicantumkan pada Gambar 2.

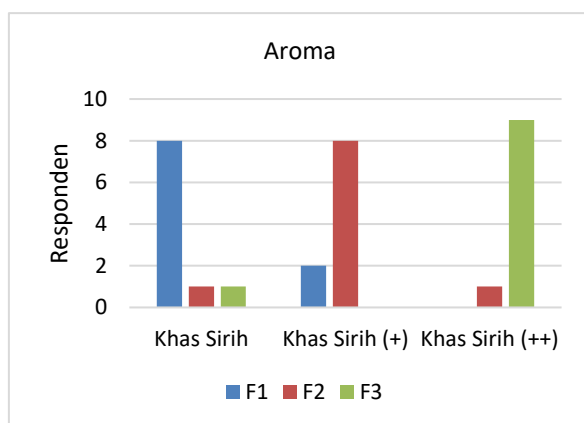


Gambar 2. Hasil Uji Organoleptik Warna

F1= variasi masa ekstrak sirih 0,1 gram; F2= variasi masa ekstrak sirih 0,3 gram; F3= variasi masa ekstrak sirih 0,5 gram

Warna pada diagram batang diatas digunakan untuk menandai jumlah responden pada masing-masing formula, warna biru digunakan untuk formula satu (F1), warna merah untuk formula dua (F2), dan warna hijau untuk formula tiga (F3).

Pada uji organoleptik warna, responden memberikan nilai pada masing-masing formula, pada formula satu (F1) dihasilkan sebagian besar responden memilih warna “kuning kehijauan”, pada formula dua (F2) sebagian besar responden memilih warna “hijau kecoklatan (+)”, dan pada formula tiga (F3) sebagian besar responden memilih warna “hijau kecoklatan (++)”. Hasil tersebut menunjukkan jika sampel dengan variasi masa ekstrak sirih semakin besar akan mempengaruhi warna sampel tersebut, semakin besar masa ekstrak daun sirih hijau juga akan menyebabkan semakin pekat warna sampel tersebut.

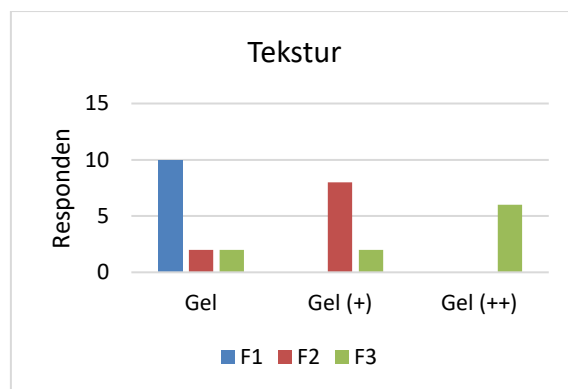


Gambar 3. Hasil Uji Organoleptik Aroma

F1= variasi masa ekstrak sirih 0,1 gram; F2= variasi masa ekstrak sirih 0,3 gram; F3= variasi masa ekstrak sirih 0,5 gram.

Warna pada diagram batang diatas digunakan untuk menandai jumlah responden pada masing-masing formula, warna biru digunakan untuk formula satu (F1), warna merah untuk formula dua (F2), dan warna hijau untuk formula tiga (F3).

Hasil uji organoleptik aroma, responden memberikan nilai pada masing-masing formula, pada formula satu (F1) dihasilkan sebagian besar responden memilih aroma “khas sirih”, pada formula dua (F2) sebagian besar responden memilih aroma “khas sirih (+)”, dan pada formula tiga (F3) sebagian besar responden memilih aroma “khas sirih (++)”. Hasil tersebut menunjukkan jika sampel dengan variasi masa ekstrak sirih semakin besar akan mempengaruhi aroma sampel tersebut, semakin besar masa ekstrak daun sirih hijau juga akan menyebabkan semakin pekat aroma sirih tersebut.



Gambar 4. Hasil Uji Organoleptik Tekstur

Warna pada diagram batang diatas digunakan untuk menandai jumlah responden pada masing-masing formula, warna biru digunakan untuk formula satu (F1), warna merah untuk formula dua (F2), dan warna hijau untuk formula tiga (F3).

Hasil uji organoleptik tekstur, responden memberikan nilai pada masing-masing formula, pada formula satu (F1) dihasilkan sebagian besar responden memilih tekstur “gel”, pada formula dua (F2) sebagian besar responden memilih tekstur “gel (+)”, dan pada formula tiga (F3) sebagian besar responden memilih tekstur “gel (++)”. Hasil tersebut menunjukkan jika sampel dengan variasi masa ekstrak daun sirih hijau semakin besar akan mempengaruhi tekstur sampel tersebut, semakin besar masa ekstrak sirih juga akan menyebabkan semakin pekat tekstur sediaan tersebut.

Adanya pengaruh variasi masa ekstrak daun sirih hijau terhadap warna, aroma, dan tekstur dari sampel dapat diketahui dengan uji statistik, hipotesis yang diajukan yaitu “Terdapat Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Sirih Hijau Terhadap Uji Organoleptik Meliputi Warna, Tekstur, dan Aroma”.

Uji statistika dimulai dengan uji normalitas (*Shapiro-Wilk*) yang menunjukkan hasil bahwa nilai signifikansi $<0,05$ sehingga data tersebut dapat dikatakan tidak terdistribusi normal, kemudian untuk melihat hubungan antara kelompok perlakuan, digunakan analisis non parametrik menggunakan uji *Kruskal-Wallis* karena data tidak terdistribusi normal (Sayuti, 2015)

Uji Kruskal Wallis bertujuan untuk mengetahui adanya perbedaan signifikan dengan cara statistik antara dua atau lebih kelompok variabel independen pada variabel dependen yang berskala data numerik (interval/rasio) dan skala ordinal (Priyatno, 2013), dengan hasil akhir merupakan nilai P value, untuk mengetahui hasilnya dapat dilihat pada nilai signifikansinya yaitu 0.05, dalam pengujian hipotesis dilakukan dengan membandingkan nilai dari P-value terhadap tingkat signifikansi pengujian (α), dimana P-value $< \alpha$ berarti kedua populasi sampel mempunyai perbedaan dan P-value $> \alpha$ dapat dinyatakan berarti kedua populasi sampel adalah sama atau tidak memiliki perbedaan.

Setelah dilakukan uji Kruskal Wallis didapatkan P-value $<0,05$. Hasil tersebut menunjukkan jika hipotesis yang diajukan diterima, sehingga pada uji statistika tersebut terdapat pengaruh konsentrasi ekstrak sirih hijau terhadap uji organoleptik. Ketiga sampel tersebut dapat dikatakan memiliki aroma, warna, dan tekstur yang berbeda seiring dengan perbedaan masa ekstrak daun sirih.

Uji Homogenitas

Pada penelitian ini ketiga sampel menunjukkan jika semua bahan yang digunakan dapat tercampur dengan rata, serta tidak terdapat butiran kasar, sehingga sampel dinyatakan homogen. Tercampurnya seluruh bahan baik bahan aktif atau bahan tambahan dapat menunjukkan homogenitas dari gel tersebut (Wewengkang, *et al.*, 2018).

Uji pH, Daya Sebar, dan Daya Lekat

Tabel 1. Hasil Uji pH, Daya Sebar, dan Daya Lekat

Variasi masa ekstrak sirih hijau	Uji pH	Uji Daya Sebar	Uji Daya Lekat
F1	4,6	5,99 cm	2,14 detik
F2	4,7	6,22 cm	1,54 detik
F3	3,9	6,96 cm	1,08 detik

- F1= variasi masa ekstrak sirih 0,1 gram.
 F2= variasi masa ekstrak sirih 0,3 gram.
 F3= variasi masa ekstrak sirih 0,5 gram.

Uji pH memiliki tujuan untuk mengetahui derajat keasaman suatu sampel, menurut SNI (12-3524-1995) pasta gigi memiliki range pH yaitu 4,5-10. Menurut data pada penelitian ini untuk formula satu (F1) dan formula dua (F2) pH masih masuk dalam range tersebut sedangkan untuk formula tiga (F3) menunjukkan jika pH dibawah range, sehingga pada sampel F1 dan F2 layak digunakan sebagai sediaan pasta gigi sedangkan pada sampel F3 belum layak untuk digunakan.

Besar kemungkinan jika rendahnya pH pada F3 disebabkan karena tingginya konsentrasi ekstrak sirih, karena secara teoritis tingginya konsentrasi ekstrak daun sirih akan berbanding lurus dengan rendahnya pH sediaan yang dihasilkan, hal tersebut disebabkan karena banyaknya kandungan asam stearat, asam prokatekuat, asam galat atau asam organik lain pada daun sirih (Pradhan, *et al.*, 2013).

Daya sebar gel adalah gambaran dari penyebaran gel saat diaplikasikan pada gigi, kemampuan gel untuk menyebar merupakan karakteristik penting dan berpengaruh pada transfer bahan aktif serta mempengaruhi kemudahan dan kenyamanan saat digunakan (Warnida, *et al.*, 2016).

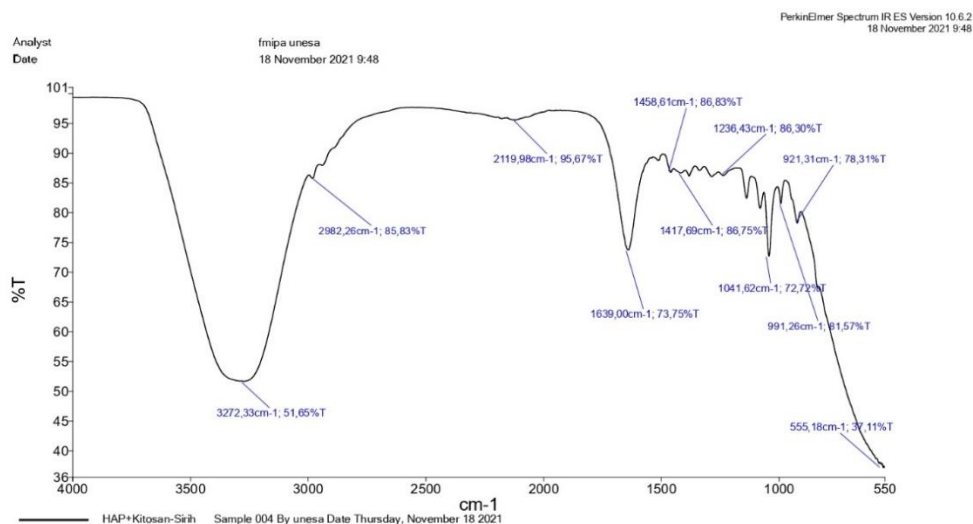
Berdasarkan hasil dari penelitian ini menunjukkan jika ketiga formula masuk dalam range daya sebar antara 5-7 cm (Yusuf, *et al.*, 2017) sehingga ketiga formula tersebut memiliki daya sebar yang baik dan cocok untuk digunakan sebagai pasta gigi.

Uji daya lekat digunakan untuk melihat kekuatan dari gel pasta gigi saat melekat pada sikat serta permukaan gigi, syarat dari daya lekat ialah lebih dari 1 detik (Yusuf *et al.*, 2017). Sehingga hasil pada penelitian ini ketiga formula memiliki daya lekat lebih dari satu detik sehingga sudah memenuhi syarat daya lekat yang baik.

Tingginya daya lekat berbanding lurus dengan konsentrasi sediaan yang lebih padat, elastis, serta mudah melekat pada sikat gigi, namun kurang mampu menyebar dengan baik. Sebaliknya, daya lekat yang rendah memiliki tekstur yang lebih encer serta tidak terlalu melekat pada sikat gigi namun mampu menyebarkan bahan aktif dengan baik (Bangun, 2014; Doko, 2018).

Uji FT-IR

Pada uji FT-IR komposit hidroksiapatit-Kitosan-Ekstrak Daun Sirih menunjukkan hasil seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Uji FT-IR

Senyawa hidroksiapatit memiliki gugus fungsi hidroksil (OH⁻), fosfat (PO₄³⁻), dan Karbonat (CO₃²⁻). Pada uji menggunakan FT-IR, spektrum OH ditunjukkan pada bilangan gelombang 2982,26 cm⁻¹ yang muncul didaerah 3800-2700 cm⁻¹, apabila spektrum suatu senyawa muncul pada daerah tersebut diduga bahwa senyawa tersebut mengandung gugus O-H pada strukturnya (Fessenden, R. J. dan Joas, S. F., 1992). Spektrum PO₄ ditunjukkan pada bilangan gelombang 1041,62 cm⁻¹ yang muncul didaerah 1100-500 cm⁻¹, sedangkan spektrum CO₃ pada bilangan gelombang 1417,69 cm⁻¹ yang berada pada daerah 1400-1700 cm⁻¹ akan menunjukkan pita serapan dengan bentuk vibrasi berupa asimetri stretching (Riyanto, 2013).

Gugus kitosan memiliki ikatan N-H. Spektrum N-H ditunjukkan dengan pada bilangan gelombang 3272,33 cm^{-1} yang muncul didaerah 3100-3500 cm^{-1} (Dachriyanus, 2004). Selanjutnya adanya ekstrak daun sirih hijau ditunjukkan dengan ikatan C=C pada bilangan gelombang 1458,61 cm^{-1} yang berada pada daerah 1475-1300 cm^{-1} serta ikatan C-O pada bilangan gelombang 1041,62 cm^{-1} yang berada pada daerah 1100-990 cm^{-1} (Creswel, *et al.*, 2005). Tidak munculnya gugus karbonil pada spektrum inframerah mengindikasikan kemungkinan senyawa yang ada pada isolat murni tersebut adalah senyawa flavonoid jenis katekin atau senyawa turunan flavan 3-ol (Taha, *et al.*, 2015).

Simpulan

Pada uji organoleptik yang mencakup uji statistik *Kruskal-Wallis* menunjukkan jika variasi ekstrak daun sirih hijau berpengaruh terhadap uji organoleptik meliputi warna, aroma, dan tekstur pada masing-masing formula. Pada uji homogenitas menunjukkan ketiga sampel homogen, dibuktikan dengan tidak terdapat butiran kasar dan tercampurnya seluruh bahan pada masing-masing sampel. Sedangkan pada uji pH menunjukkan hasil jika pH formula satu (F1) dan formula dua (F2) memenuhi range pH untuk pasta gigi sesuai dengan SNI (12-3524-1995) yaitu 4,5-10 sedangkan formula tiga (F3) jauh dibawahnya. Pada uji daya sebar menunjukkan hasil bahwa ketiga formula memenuhi range daya sebar yang baik yaitu 5-7 cm. Pada uji daya lekat juga menunjukkan jika ketiga sampel lebih dari 1 detik sehingga masih memenuhi syarat daya lekat yang baik. Pada uji FT-IR menunjukkan adanya gugus fungsi hidroksil (OH), fosfat (PO_4^{3-}), dan karbonat (CO_3^{2-}) yang merupakan gugus fungsi dari hidroksiapatit, adanya ikatan N-H yang menunjukkan adanya gugus kitosan, serta ikatan C=C dan C-C yang menunjukkan adanya senyawa ekstrak daun sirih hijau.

Daftar Referensi

- Affifah, F., & Cahyaningrum, S. E. 2020. Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Tulang Sapi (*Bos taurus*) Menggunakan Teknik Kalsinasi. *UNESA Journal of Chemistry*, 9(3): 189-196.
- Amerongen, A. V. 1991. *Ludah dan Kelenjar Ludah Bagi Kesehatan Gigi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Ansel, H. C. 2008. *Pengantar bentuk sediaan farmasi. Edisi Keempat*. Jakarta: UI Press.
- Astutiningsih, C., Styani, W., Hindratna, W. 2014. Uji daya antibakteri dan identifikasi isolat senyawa katekin dari daun teh (*Camellia sinensis L. var Assamica*). *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas*, 11(2): 50-57.
- Bangun, H. 2001. Alginat sebagai dasar salep- pelepasan obat, penyerapan air, aliran reologi, dan uji iritasi kulit. *Cermin Dunia Kedokteran*, 130: 37-41.
- Bustanussalam, Apriasi, D., Suhardi, E., & Jaenudin, D. 2015. Efektifitas Antibakteri Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle Linn*) terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. *Fitofarmaka*, 5(2): 58-64.
- Carolina, N., Noventi, W. 2016. Potensi ekstrak daun sirih (*Piper betle L.*) sebagai alternatif terapi *acne vulgaris*. *Majority*, 5(1): 140-145.
- Chatwall, G. 1985. *Spectroscopy Atomic and Molecule*. India: Himalaya Publishing House.
- Cowan M. M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12(4): 564-582. <https://doi.org/10.1128/CMR.12.4.564>
- Creswel, C. J., Olaf, A. R. dan Malcolm, M. C. 2005. *Analisis Spektrum Senyawa Organik*. Bandung: ITB.
- Dachriyanus. 2004. *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Padang: LPTIK Universitas Andalas.
- Dwiastuti, R. 2010. Pengaruh penambahan CMC (Carboxymethyl Cellulose) sebagai gelling agent dan propilen glikol sebagai humektan dalam sediaan gel sunscreen ekstrak kering polifenol teh hijau (*Camellia sinensis L.*). *Jurnal Penelitian*, 13(2): 227-240.
- Fessenden, R. J. dan Joas, S. F. 1992. *Organic Chemistry*. Jakarta: Erlangga.
- Hayashi, Y., Ohara, N., Ganno, T., Yamaguchi, K., Ishizaki, T., Nakamura, T., & Sato, M. 2007. Chewing chitosan-containing gum effectively inhibits the growth of cariogenic bacteria. *Archives of oral biology*, 52(3), 290-294. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2006.10.004>
- Hurlbutt et al. 2010. Dental Caries : a pH-Mediated Disease. *CDHA Journal*, 25(1):9-16.
- Kaban, J. 2009. *Modifikasi Kimia dari Kitosan dan Aplikasi Produk yang dihasilkan*. Medan: Universitas Sumatra Utara.

- Maldupa, I., Anda, B., Inga, R., and Anna Mahailova. 2012. Evidence Based Toothpaste classification, According to certain Characteristic of their chemical composition. *Stomatologija, Baltic Dental, and Maxillofacial Journal*, 14:12-22.
- Marlina, D., & Rosalini, N. 2018. Formulasi Pasta Gigi Gel Ekstrak Daun Sukun (*Artocarpus Altilis*) Dengan natrium Cmc Sebagai Gelling Agent Dan Uji Kestabilan Fisiknya. *JPP (Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang)*, 12(1): 36-50.
- Nalina, T. & Rahim, Z. 2007. The Crude Aqueous Extract of Piper betle L. and its Antibacterial Effect Towards *Streptococcus mutans*. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 3(1): 10-15. <https://doi.org/10.3844/ajbbsp.2007.10.15>
- Nikam, S. 2017. Anti-acne Gel of Isotretinoin: Formulation and Evaluation. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10(11): 257–266.
- Pradhan, D., Suri, K.A., Pradhan, D.K., dan Biswasroy, P. 2013. Golden Heart of the Nature: Piper betle L. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(6): 147-167.
- Prasetya, R. C. 2008. Perbandingan Jumlah Koloni Bakteri Saliva pada Anak-Anak Karies dan Non Karies Setelah Mengonsumsi Minuman Berkarbonasi. *Indonesian Journal of Dentistry*, 15(1): 65–70. doi: 10.14693/jdi.v15i1.86.
- Pratama, R. N. 2014. *Efek Antibakteri Pasta Gigi yang Mengandung Baking Soda dan Pasta Gigi yang Mengandung Fluor Terhadap Pertumbuhan Bakteri Plak. Skripsi*. Makasar: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.
- Priyatno. 2013. Analisis data dengan SPSS. Jakarta: Media Kom.
- Putri, L., Bertha, R., dan Arlina, P. 2015. Analisis Kandungan Flourida pada Sampel Pasta Gigi dari Beberapa Hotel di Kota Bandung Menggunakan Metode Spektrofotometri Sinar Tampak. *ISSN: 2460-6472*.
- Riyanto, B. 2013. Material Biokeramik Berbasis Hidroksiapatit Tulang Ikan Tuna. *JPHPI*, 119-132.
- Sadewo, B. 2005. *Basmi Penyakit dengan Sirih Merah*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Sano, H., Shibasaki, K., Matsukubo, T., & Takaesu, Y. 2002. Effect of molecular mass and degree of deacetylation of chitosan on adsorption of *Streptococcus sobrinus* 6715 to saliva treated hydroxyapatite. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, 43(2): 75–82. <https://doi.org/10.2209/tdcpublication.43.75>.
- Sari, G.W.B. & Supartono. 2012. Ekstraksi Minyak Kenanga (*Cananga odorata*) untuk Pembuatan Skin Lotion Penolak Serangga. *Jurnal MIPA*, 37(1): 62-70.
- Sayuti, N. A. 2015. Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Gel Ekstrak. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 5(2): 74-82.
- Suguraman, M., Suresh, G. M., Sankamarayanan, M., & Yokesh, M. 2011. Chememical Compositon and Antimicrobial Activity of Vellaikodi Variety of Piper betle Lin Leaf Oil Against Dental Pathogens. *Journal of PharmTech Research*, 3(4):2135-2139.
- Syahrinastiti, T. A., Djamal, A., & Irawati, L. 2015. Perbedaan Daya Hambat Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) dan Daun Sirih Merah (*Piper crocatum* Ruiz & Pav) terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli*. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 4(2):421-424. <https://doi.org/10.25077/jka.v4i2.265>
- Taha, N., Musa, W. J., & Duego, S. 2015. Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Flavonoid pada Daun Sirih. *Jurnal Saintek*, 8(5):
- Trimurti, A., Harry, A., & Wandania, F. 2006. Efek Dentinogenesis Kitosan dan Derivatnya terhadap Inflamasi Jaringan Pulpa Gigi Reversible. *Laporan Akhir Riset Pembinaan IPTEK Kedokteran*, 27-41.
- Warnida, H., Juliannor, A., & Sukawaty, Y. 2016. Formulasi Pasta Gigi Gel Ekstrak Etanol Bawang Dayak (*Eleutherine bulbosa* (Mill.) Urb.). *Jurnal Sains Farmasi dan Klinis*, 3(1), 42-49. <https://doi.org/10.29208/jsfk.2016.3.1.98>
- Wewengkang, D. S., Ofirnia, C. K & Paulina, V. Y. Y. 2018. Formulasi Gel Antijerawat Ekstrak Etanol Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) Dan Uji Aktivitasnya Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 7(3): 283-293.
- Windarti, T., & Astuti, Y. 2006. Pengaruh Konsentrasi Ca²⁺ dan (PO₄)³⁻ pada Pembentukan Hidroksiapatit di dalam Matriks Selulosa Bakterial. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 9(3), 60-64. <https://doi.org/10.14710/jksa.9.3.60-64>

Yusuf, A. L., Nurwaliah, E., & Harun, N. 2017. Uji Efektivitas Gel Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai Antijamur *Malassezia furfur*. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 5(2):62-63.