
FERMENTASI XILITOL DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN APLIKASINYA PADA PASTA GIGI

Efri Mardawati¹, Almira Biyan Rafida¹, Tensiska¹

¹ Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran

efri.mardawati@unpad.ac.id

ABSTRAK. Xilitol adalah gula alkohol yang memiliki lima rantai karbon yang umum ditemukan dalam berbagai bahan pertanian. Xilitol berperan penting dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* yang dapat menyebabkan karies gigi. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) diketahui mengandung hemiselulosa yang mampu diuraikan menjadi xilitol dan selanjutnya digunakan sebagai substrat ragi dalam fermentasi xilitol. Xilitol dihasilkan dengan proses hidrolisis asam dan fermentasi menggunakan mikroorganisme jenis khamir *Debaromyces hansenii*. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh xilitol melalui proses fermentasi dan menggunakan produk xilitol dalam proses pembuatan pasta gigi dengan membandingkan pasta gigi dari xilitol TKKS dengan sifat-sifat fisikokimia yang mendekati dengan pasta gigi komersial. Terdapat 4 variasi pada pasta gigi yaitu pasta gigi yang mengandung xilitol dari TKKS, yang mengandung xilitol komersial, tanpa xilitol dan Pasta gigi komersial yang mengandung xilitol. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental dan dilanjutkan dengan analisis deskriptif dengan tiga kali pengulangan. Berdasarkan hasil penelitian fermentasi xilitol, *yield* xilitol terhadap substrat xilosa yang diperoleh adalah 0,31 g/g. Pada aplikasinya, keempat sampel pasta gigi menunjukkan hasil yang hampir sama, baik dari segi penampilan, pH, homogenitas, kemampuan membentuk busa, maupun kemampuan membersihkan gigi. Masing-masing sampel juga terbukti mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S. mutans* dengan kisaran zona hambat antara 8 mm (termasuk kategori sedang) hingga 12 mm (termasuk kategori kuat). Hal ini berarti seluruh bahan yang digunakan dalam pembuatan pasta gigi turut berperan dalam penghambatan bakteri. Selain itu, xilitol dari tandan kosong kelapa sawit juga terbukti memiliki kemampuan yang sama dengan xilitol komersial, sehingga berpotensi untuk menjaga kesehatan gigi.

Kata Kunci: Pasta Gigi; Karakterisasi; *Streptococcus mutans*; Xilitol; Tandan Kosong Kelapa Sawit.

LATAR BELAKANG

Pasta gigi merupakan produk semi padat yang membantu menghilangkan partikel makanan, mengurangi lapisan plak, mengkilapkan permukaan gigi, dan menyegarkan napas, serta digunakan secara teratur dengan sikat gigi [1]. Secara garis besar, pasta gigi mengandung bahan abrasif, pengental, pelembab, pelarut, pemanis, dan bahan pembusa [1]. Bahan-bahan yang digunakan ini harus efektif mungkin mencegah penyakit gigi dan mulut, seperti pertumbuhan plak dan karies gigi. Pemanis dalam pasta gigi berperan untuk keperluan komersial, namun hal ini seringkali justru menjadi pemicu utama kerusakan gigi karena dapat difermentasi oleh bakteri mulut.

Salah satu gula yang baik untuk kesehatan gigi adalah xilitol. Xilitol merupakan gula alkohol (*polyols*) yang mempunyai lima ikatan rantai karbon dengan rumus kimia $C_5H_{12}O_5$, memiliki rasa dan struktur kristal seperti sukrosa, serta memberikan energi yang lebih sedikit bagi tubuh dibanding sukrosa (2,4 kkal dibanding 4 kkal) [2]. Xilitol terbukti memiliki sifat khusus anti-kariogenik, seperti pengurangan plak dan bakteri gigi (*S. mutans*), sehingga tidak menimbulkan karies gigi [3].

Produksi xilitol dalam skala industri umumnya menggunakan bahan dasar hemiselulosa dari tongkol jagung dan pohon birch. Hemiselulosa adalah polimer polisakarida heterogen yang tersusun dari unit glukosa, manosa, arabinosa, dan xilosa. Xilosa ini yang kemudian akan didegradasi oleh khamir menjadi xilitol. Kandungan xilosa dalam hemiselulosa sangat besar, yaitu mencapai 80% [4]. Hemiselulosa ini dapat digantikan sumbernya, salah satunya adalah dengan memanfaatkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Kandungan hemiselulosa dalam TKKS sebesar 23,24% [5]. Pembuatan xilitol dari TKKS dapat menjadi salah satu inovasi. Xilitol secara lebih lanjut dapat diaplikasikan pada produk makanan dan pasta gigi. Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini akan berfokus pada pembuatan xilitol dari TKKS dan penggunaannya dalam pasta gigi. Karakteristik pasta gigi akan diuji dan dibandingkan dengan pasta gigi yang menggunakan xilitol komersial dan pasta gigi komersial yang mengandung xilitol.

METODE PENELITIAN

PEMBUATAN HIDROLISAT TKKS

Proses hidrolisis dilakukan dengan melarutkan TKKS dengan larutan H_2SO_4 4% di dalam labu erlenmeyer 250 mL dengan perbandingan TKKS dengan H_2SO_4 adalah 1:25 (b/v). Setelah itu, erlenmeyer ditutup menggunakan *aluminium foil* untuk selanjutnya dihidrolisis dalam autoklaf 121 °C 15 menit. Hidrolisat disaring untuk memisahkan filtrat dan ampasnya. Filtrat selanjutnya dimurnikan menggunakan karbon aktif sebesar 15 g/L selama 1 jam pada suhu 30 °C [6].

FERMENTASI HIDROLISAT TKKS

Hidrolisat difermentasi secara semi-aerobik dengan bantuan mikroorganisme jenis khamir *D. hansenii* pada pH 5 dan suhu 30 °C dengan kecepatan 200 rpm secara *batch*, dengan penambahan inokulum dan larutan medium fermentasi. Perbandingan antara hidrolisat : larutan inokulum : medium adalah 2 : 2 : 3 [7].

PEMURNIAN LARUTAN HASIL FERMENTASI

Cairan fermentasi kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 5000 rpm selama 40 menit untuk menghilangkan biomassa mikroba. Supernatan yang didapatkan dari hasil sentrifugasi disaring menggunakan kertas saring. Setelah itu, filtrat dipindahkan ke dalam erlenmeyer 250 mL untuk selanjutnya diberi perlakuan penambahan karbon aktif 15 g/L pada suhu 30 °C pada *magnetic stirrer* selama 1 jam. Kemudian, campuran yang dihasilkan disaring menggunakan kertas saring. Larutan xilitol yang dihasilkan kemudian dianalisis kadarnya menggunakan metode HPLC [7]. Pada fermentasi xilitol ini, parameter keberhasilan fermentasi ditentukan dalam tiga kelompok, yaitu pertumbuhan ragi, perolehan produk, dan utilisasi substrat xilosa.

- a. Pertumbuhan ditampilkan dalam bentuk grafik yang menunjukkan profil pertumbuhan sel ragi per waktu fermentasi. Selain itu juga ditampilkan dalam bentuk laju pertumbuhan spesifik atau μ dan perolehan biomassa yang dihasilkan atau $Y_{X/S}$. Laju pertumbuhan spesifik maksimum dinyatakan dengan menggunakan Persamaan (1).

$$\mu = \frac{1}{X} \frac{dX}{dt} \dots\dots\dots (1)$$

Laju pertumbuhan maksimum dicapai pada fasa logaritmik dan dihitung dengan cara mengkalurkan data ln konsentrasi sel terhadap waktu dan menghitung *slope/gradien* garis yg diperoleh pada fasa logaritmik.

Perolehan biomassa ($Y_{X/S}$) (g/g) merupakan *yield* biomassa ditentukan melalui penghitungan rasio konsentrasi sel dengan konsentrasi substrat yang digunakan antara lain xilosa dan glukosa dan dinyatakan dengan Persamaan (2).

$$Y_{X/S} = - \frac{\Delta X}{\Delta S} = \frac{X - X_0}{S_0 - S} \dots\dots\dots (2)$$

b. Perolehan produk merupakan produk yang dihasilkan dari proses fermentasi, di mana pada penelitian yang diidentifikasi adalah xilitol dan etanol dan ditampilkan dalam bentuk:

Product yield ($Y_{P/S}$) (g/g) perolehan produk xilitol dan metabolit lainnya ditentukan menggunakan hasil analisis komposisi larutan substrat menggunakan HPLC dan dinyatakan dengan Persamaan (3) merupakan rasio antara konsentrasi produk yang dihasilkan dengan substrat yang dikonsumsi. Produk yang diidentifikasi pada penelitian ini adalah xilitol dan etanol.

$$Y_{P/S} = - \frac{\Delta P}{\Delta S} = \frac{P - P_0}{S_0 - S} \dots\dots\dots (3)$$

PEMBUATAN PASTA GIGI

CMC ditimbang sebanyak 3 gram, lalu air sebanyak 25 mL disiapkan. 10 mL air dicampurkan dengan CMC hingga membentuk gel. Gliserin dan metil paraben ditimbang berturut-turut sebesar 6 gram dan 0,4 gram, lalu ditambahkan ke dalam gel sambil diaduk rata. Xilitol sebanyak 4 gram dan air sebanyak 15 mL dilarutkan di beaker glass lain. Larutan xilitol dicampurkan dalam gel, lalu diaduk rata. Kalsium karbonat ditimbang sebanyak 40 gram, lalu ditambahkan sedikit demi sedikit sambil diaduk rata. SLS ditimbang sebanyak 2,5 gram dan ditambahkan dalam campuran. Semua bahan yang telah tercampur diaduk hingga tidak ada gumpalan-gumpalan yang tersisa. Sediaan pasta gigi disimpan dalam kemasan plastik kedap udara.

KRITERIA PENGAMATAN

Pengujian karakteristik pasta gigi yang dilakukan meliputi uji penampakan fisik, pH, homogenitas, pembentukan busa, kemampuan sebagai pembersih, dan aktivitas antimikroba. Penelitian ini membandingkan pasta gigi dengan berbagai variasi xilitol, yaitu:

- a. Pasta gigi yang mengandung xilitol dari TKKS
- b. Pasta gigi yang mengandung xilitol komersial
- c. Pasta gigi tanpa xilitol
- d. Pasta gigi komersial yang mengandung xilitol (Ciptadent Maxi 12 Plus)

HASIL DAN PEMBAHASAN

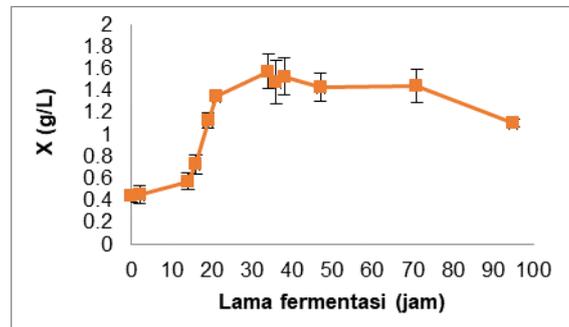
FERMENTASI XILITOL PADA SUBSTRAT TKKS

Pertumbuhan Ragi pada Hidrolisat TKKS

Pertumbuhan ragi dihitung dalam bentuk konsentrasi sel yang dihasilkan selama waktu fermentasi pada selang waktu pengamatan. Konsentrasi produk dan jumlah substrat yang tersisa juga dianalisa pada selang waktu pengamatan. Hasil pertumbuhan ragi, konsentrasi

produk, dan substrat sisa selama fermentasi xilitol dari hidrolisat TKKS dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan bahwa fasa lag pada kedua run terjadi selama 14 jam, dengan laju pertumbuhan spesifik atau μ adalah 0,045/jam. Berdasarkan profil pertumbuhan dan nilai μ dapat disimpulkan ragi dapat tumbuh dengan baik pada substrat TKKS. Sebagai perbandingan pertumbuhan ragi pada substrat sintetik berkisar antara 0,005-0,018/jam. Hal ini menunjukkan bahwa hidrolisat TKKS menyediakan sumber C yang cukup untuk pertumbuhan ragi.



Gambar 1. Profil Pertumbuhan Ragi D. hansenii selama Proses Fermentasi

Laju Konsumsi Substrat dan Pembentukan Produk

Komposisi substrat dan produk metabolit selama proses fermentasi ditunjukkan oleh Tabel 1. Komposisi produk metabolit yang dikuantifikasi adalah xilitol dan etanol. Selain itu juga teridentifikasi adanya asam asetat gliserol, namun konsentrasinya tidak ditentukan.

Tabel 1. Komposisi Substrat dan Produk Metabolit selama Proses Fermentasi

Parameter	Nilai
Konsentrasi xilosa awal (g/L)	18,3
Konsentrasi xilosa akhir (g/L)	7,5
Konsentrasi glukosa awal (g/L)	8,7
Konsentrasi glukosa akhir (g/L)	0
Konsentrasi xilitol akhir (g/L)	3,3
Konsentrasi etanol akhir (g/L)	0,02
<i>Yield</i> xilitol terhadap xilosa ($Y_{P/S}$)	0,31
Laju pertumbuhan sel spesifik (μ)	0,045
<i>Yield</i> xilitol terhadap biomassa ($Y_{P/X}$)	3,3
<i>Yield</i> etanol terhadap substrat ($Y_{E/S}$)	0,002
Utilisasi xilosa (%)	41%

Pada awal fermentasi, hidrolisat mengandung gula-gula xilosa dan glukosa dengan konsentrasi 18,3 dan 8,7 g/L. Gula-gula ini digunakan ragi untuk pertumbuhan, produksi biomassa dan produk serta dikeluarkan sebagai emisi dalam bentuk gas CO₂. Berdasarkan hasil pada akhir fermentasi, semua substrat glukosa habis dikonsumsi atau tingkat utilisasi glukosa adalah 100%. Hal ini menunjukkan bahwa substrat glukosa seluruhnya digunakan untuk pertumbuhan dan pembentukan produk metabolit. Hal ini mengkonfirmasi hasil yang diperoleh pada uraian kinetika pertumbuhan menggunakan substrat glukosa dan xilosa, di mana glukosa lebih disukai oleh ragi untuk pertumbuhan. Sementara itu, xilosa pada akhir fermentasi masih tersisa sebanyak 7,5 g/L, dengan tingkat utilisasi sebesar 41%. Xilosa yang masih tersisa ini salah satu penyebab masih belum optimalnya pembentukan produk xilitol.

Pembentukan Produk Metabolit

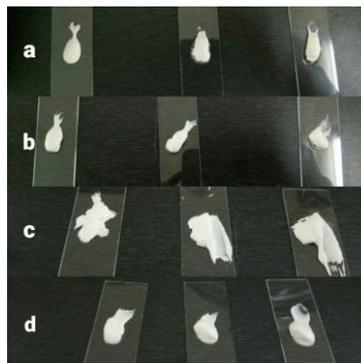
Berdasarkan produk yang diperoleh, xilitol rata-rata yang dihasilkan adalah 3,3 g/L dengan nilai utilisasi xilosa sebesar 66%, *yield* sebesar xilitol terhadap substrat xilosa 0,31 g/g. Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa xilitol dihasilkan dimulai dari fase eksponensial dan meningkat pada fasa stasioner.

UJI PENAMPAKAN FISIK PASTA GIGI

Uji penampakan fisik adalah metode pengujian yang menggunakan indra manusia sebagai alat utama guna menentukan dapat diterima atau tidaknya suatu produk. Uji yang dilakukan meliputi bentuk, tekstur, aroma, dan warna pasta gigi, Hasil pengamatan dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Uji Penampakan Fisik

Sampel	Minggu ke-	Karakteristik Uji					
		Warna	Bentuk	Tekstur	Aroma	pH	Homogenitas
Non xilitol	1	Putih	Semi padat	Lembut	Khas bahan kimia	8	Homogen
	2	Putih	Semi padat	Lembut	Khas bahan kimia	8	Homogen
	3	Putih	Semi padat	Lembut	Khas bahan kimia	8	Homogen
Xilitol komersial	1	Putih	Semi padat	Lembut	Khas bahan kimia	8	Ada butiran
	2	Putih	Semi padat	Lembut	Khas bahan kimia	8	Homogen
	3	Putih	Semi padat	Lembut	Khas bahan kimia	8	Homogen
Xilitol TKKS	1	Putih	Semi padat	Lembut	Khas bahan kimia	8	Ada butiran
	2	Putih	Semi padat	Lembut	Khas bahan kimia	8	Ada gumpalan
	3	Putih	Semi padat	Lembut	Khas bahan kimia	8	Homogen
Ciptadent	1	Putih	Semi padat	Lembut	Daun mint	9	Homogen
	2	Putih	Semi padat	Lembut	Daun mint	8	Homogen
	3	Putih	Semi padat	Lembut	Daun mint	9	Homogen



Gambar 2. Hasil Penampakan Fisik Pasta Gigi. Ket: (a) Pasta Gigi Non Xilitol, (b) Pasta Gigi Xilitol Komersial, (c) Pasta Gigi Xilitol TKKS, (d) Pasta Gigi Ciptadent.

Seluruh sampel pasta gigi menghasilkan karakteristik penampakan fisik yang sama dan stabil selama 3 minggu pengamatan, yaitu berwarna putih, lembut, dan berbentuk semi padat. Pasta gigi juga memiliki aroma yang tetap, yaitu khas bahan kimia seperti obat, tidak seperti pasta gigi komersial yang beraroma daun mint. Aroma bahan kimia tersebut menunjukkan bahwa kandungan zat kimia dalam pasta gigi sangat dominan. Hal ini mungkin yang menjadi alasan produksi pasta gigi komersial seringkali diberi penambah rasa atau aroma untuk mengurangi bau bahan kimia yang terlalu kuat agar dapat lebih diterima oleh konsumen.

Xilitol yang ditambahkan pada sampel, baik komersial maupun TKKS, tidak memberikan pengaruh apapun terhadap sifat fisik pasta gigi. Bentuk dan tekstur pasta gigi dipengaruhi oleh kandungan CMC dan gliserin. CMC diketahui sebagai bahan pengikat dan *gelling agent* yang

membuat viskositas larutan meningkat hingga terbentuk adonan semi padat. CMC juga turut membantu seluruh bahan untuk dapat menyatu dengan sempurna. Sementara itu, gliserin berperan sebagai pelembab. Keberadaan gliserin membuat pasta gigi tidak mudah kering saat terkena udara, sehingga bentuk pasta gigi tidak berubah menjadi padat.

Hasil pengamatan selama 3 minggu menunjukkan pH yang cenderung stabil. Pasta gigi non xilitol, xilitol komersial, dan xilitol TKKS memperoleh hasil yang sama, yaitu 8. Sementara itu, pasta gigi Ciptadent mengalami sedikit penurunan pH pada minggu ke-2, dari 9 menjadi 8, kemudian meningkat kembali menjadi 9 pada minggu ke-3. Hasil ketiganya sesuai dengan SNI [8], yaitu pH berkisar antara 4,5 hingga 10,5, yang berarti bahwa ketiga pasta gigi ini aman untuk digunakan.

Seluruh sampel pasta gigi menunjukkan hasil yang cenderung homogen, namun masih belum sempurna karena terdapat beberapa gumpalan dan butiran. Hasil tersebut berbeda dengan Ciptadent yang konsisten menunjukkan homogenitasnya. Pasta gigi yang baik menurut SNI [8] adalah pasta gigi yang lembut, homogen, tidak terlihat adanya gelombang udara, gumpalan, dan partikel yang terpisah, serta tidak tampak benda asing.

Butiran dan gumpalan pada sediaan pasta gigi berasal dari gel CMC yang kurang teraduk dengan sempurna. Bubuk CMC yang dilarutkan dengan air akan membentuk gel. Gel ini akan membentuk gumpalan dan sulit diratakan jika tidak menggunakan alat khusus. Homogenitas juga dipengaruhi oleh ukuran partikel. Ukuran partikel yang seragam dapat menghasilkan sediaan yang homogen [9]. Perubahan homogenitas pada sediaan pasta gigi dapat terjadi karena beberapa faktor, seperti faktor penyimpanan selama berminggu-minggu dan *human error*, misalnya kurang halus dalam mengayak butiran dan kurangnya pengadukan [10].

UJI KEMAMPUAN PEMBENTUKAN BUSA

Busa adalah karakteristik yang menarik dalam pasta gigi karena dapat memudahkan pasta gigi menyebar ke seluruh rongga mulut saat menyikat gigi. Efek berbusa yang dihasilkan oleh surfaktan bermanfaat untuk membersihkan gigi dan menghilangkan serpihan dan memberikan kesan bersih. Surfaktan juga mengurangi tegangan permukaan cairan di rongga mulut, sehingga pasta gigi dapat lebih mudah bersinggungan langsung dengan gigi [11]. Hasil perhitungan busa yang terbentuk dari masing-masing sampel disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Persentase Kemampuan Pembentukan Busa

Sampel	% Tinggi Busa
Non xylitol	62,41 ± 9,41
Xilitol komersial	71,25 ± 4,39
Xilitol TKKS	58,33 ± 8,63
Ciptadent	66,79 ± 2,05

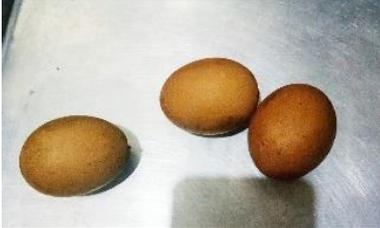
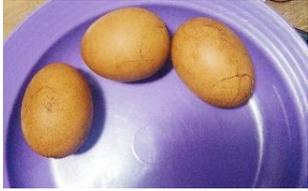
Hasil pengujian menunjukkan angka rata-rata 62,41% untuk non xilitol, 71,52% untuk xilitol komersial, 58,33% untuk xilitol TKKS, dan 66,79% untuk Ciptadent. Hal ini berarti bahwa kemampuan pasta gigi dalam membentuk busa cukup tinggi. Perbedaan hasil dari masing-masing sampel kemungkinan disebabkan oleh metode selama pengujian. Teknik pengocokan yang seadanya menggunakan tangan membuat hasil yang ditunjukkan kurang akurat, sehingga menghasilkan perbedaan persentase yang cukup jauh.

Busa dari SLS dapat memberikan efek antibakteri dan sifat penghambatan plak melalui aksi adsorpsi dan penetrasi melalui pori-pori dinding sel, diikuti oleh interaksi dengan komponen sel membran, lipid, dan protein [12]. Penetrasi SLS ke dalam membran sel bakteri menyebabkan peningkatan permeabilitas membran sel bakteri, sehingga mengakibatkan kebocoran komponen intraseluler dan lisis sel [13]. SLS bekerja dengan melakukan penetrasi ke dalam biofilm, sehingga dapat meminimalisir bakteri yang menimbulkan suasana asam dan menyebabkan pH saliva menurun [14].

UJI KEMAMPUAN MEMBERSIHKAN

Uji kemampuan membersihkan pada pasta gigi dilakukan untuk mengetahui tingkat efektifitas pasta gigi dalam membersihkan gigi. Uji ini menggunakan telur sebagai alat ukur karena telur memiliki struktur yang paling mirip dengan gigi [15]. Hasil pengamatan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengamatan Kemampuan Pasta Gigi dalam Membersihkan Noda

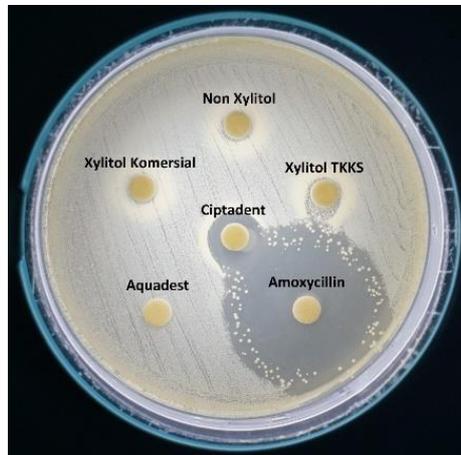
Sampel	Hasil		Keterangan
	Sebelum	Sesudah	
Non xilitol			Sangat tinggi
Xilitol komersial			Sangat tinggi
Xilitol TKKS			Sangat tinggi
Ciptadent			Sangat tinggi

Hasil pengamatan menunjukkan kemampuan yang sangat tinggi dari berbagai sampel pasta gigi dalam membersihkan noda pada telur. Sisi telur yang digosokkan dengan sampel terbukti dapat bersih dari noda kopi, bahkan menjadi sedikit lebih putih. Hal ini berarti bahwa seluruh bahan dalam pasta gigi bekerja dengan baik sesuai fungsinya masing-masing. Pasta gigi yang baik adalah pasta gigi yang mampu menghilangkan noda membandel yang disebabkan oleh rokok, minuman, buah-buahan, coklat, dan lain-lain [16]. Kemampuan ini dapat ditunjang dengan penggunaan bahan abrasif dalam pasta gigi. Bahan abrasif yang paling banyak digunakan adalah kalsium karbonat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa menyikat gigi dengan menggunakan pasta gigi yang mengandung kalsium karbonat dapat menurunkan pewarnaan pada gigi dan mengurangi pembentukan pewarnaan pada gigi. Hal ini disebabkan oleh kalsium karbonat sebagai bahan abrasif yang bersifat unik. Bentuk partikel kalsium karbonat yang datar, bertepi tajam, dan tipis menyebabkan partikelnya menjadi lebih mudah tumpul dan hancur menjadi partikel halus sehingga dapat menghilangkan pewarnaan pada gigi [17].

UJI AKTIVITAS ANTIMIKROBA TERHADAP *STREPTOCOCCUS MUTANS*

Uji aktivitas antimikroba merupakan salah satu uji yang penting untuk menentukan sebuah pasta gigi baik atau tidak. Gigi dan mulut diketahui mengandung lebih dari 500 jenis bakteri. Bakteri yang paling banyak tumbuh adalah *S. mutans*. Pasta gigi diharapkan untuk memiliki sifat resisten terhadap bakteri mulut guna mencegah terjadinya penyakit. Uji ini dilakukan dengan metode difusi cakram terhadap bakteri *S. mutans*. Amoxicillin digunakan sebagai kontrol positif dan aquades digunakan sebagai kontrol negatif. Hasil pengamatan uji antimikroba sediaan pasta gigi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengamatan Uji Antimikroba terhadap *S. mutans*

Tabel 5. Hasil Perhitungan Zona Hambat

Sampel	Konsentrasi	Diameter Penghambatan (mm)	Keterangan
Non xilitol	100%	8,27 ± 0,7	Aktif
Xilitol komersial	100%	8,73 ± 0,74	Aktif
Xilitol TKKS	100%	8,45 ± 0,77	Aktif
Ciptadent	100%	11,77 ± 0,4	Aktif
Amoxicillin	1000 ppm	27,10 ± 0,95	<i>Susceptible</i>
Aquades	-	6,00 ± 0	Tidak aktif

Keterangan: cakram yang digunakan berdiameter 6 mm.

Hasil uji antimikroba pada Tabel 5 menunjukkan bahwa seluruh sampel pasta gigi memiliki kemampuan antimikroba terhadap bakteri *S. mutans*. Pasta gigi non xilitol menghasilkan zona hambat 8,27 mm, xilitol komersial menghasilkan zona hambat 8,73 mm, xilitol TKKS menghasilkan zona hambat 8,45 mm, dan Ciptadent menghasilkan zona hambat 11,77 mm. Hal ini menunjukkan bahwa bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan pasta gigi sangat mempengaruhi kemampuan antimikrobanya. Pasta gigi, baik yang mengandung xilitol maupun tidak, terbukti mampu menghambat pertumbuhan *S. mutans*, meskipun dengan tingkat kemampuan yang berbeda. Semakin tinggi konsentrasi xilitol, maka semakin tinggi zona hambat yang dihasilkan [18].

Xilitol mampu menghambat pertumbuhan *S. mutans* dalam plak melalui beberapa cara, yaitu tidak dapat difermentasi oleh bakteri tersebut [19], menghasilkan bakteri resisten yang lebih aman untuk lingkungan gigi dan mulut [20], serta meningkatkan konsentrasi amonia dan asam amino yang dapat menetralkan asam dalam plak [21]. Xilitol juga membantu proses remineralisasi gigi yang disebabkan oleh asam, sehingga mencegah karies gigi [22]. Selain itu, keberadaan xilitol dalam pasta gigi mampu menjaga kelembaban pasta gigi dan dapat menggantikan peranan sorbitol sebagai humektan [23].

SIMPULAN

Produksi xilitol dapat dilakukan menggunakan hidrolisat TKKS sebagai substrat utama melalui proses yang terkontrol pada bioreaktor batch. Berdasarkan produk yang diperoleh, xilitol rata-rata yang dihasilkan adalah 3,3 g/L dengan nilai utilisasi xilosa sebesar 41 %, *yield* sebesar 0,31 g xilitol/g xilosa.

Pasta gigi yang mengandung xilitol TKKS memiliki karakteristik fisikokimia yang hampir sama dengan Ciptadent, meskipun dengan komposisi bahan yang berbeda. Selain itu, hasil uji antimikroba menunjukkan keaktifan dari seluruh sampel pasta gigi dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. mutans*. Xilitol dari TKKS terbukti memiliki kemampuan yang relatif sama dengan xilitol komersial dan berpotensi untuk diaplikasikan pada pasta gigi.

REFERENSI

- [1] Dave, Kandarp, Lata Panchal, dan Pragna K. Shelat. 2014. *Development and Evaluation of Antibacterial Herbal Toothpaste containing Eugenia caryophyllus, Acacia nilotica, and Mimosa elengi*. IJCPS, 2014, Vol. 2(3): 666-673.
- [2] Turska-Szybka, Anna, P. A. Pasternok, dan D. Olczak-Kowalczyk. 2016. *Xylitol Content in Dental Care and Food Products Available on the Polish Market and Their Significance in Caries Prevention*. Dent. Med. Probl. 2016, 53, 4, 542-550.
- [3] Rafeek, Reisha, C. V. F. Carrington, A. Gomez, D. Harkins, M. Torralba, C. Kuelbs, J. Addae, A. Moustafa, dan K. E. Nelson. 2018. *Xylitol and Sorbitol Effects on the Microbiome of Saliva and Plaque*. Journal of Oral Microbiology 2018, Vol. 11, 1536181.
- [4] Mardawati, E., D. N. Daulay, D. W. Wira, dan E. Sukarminah. 2018. *Pengaruh Konsentrasi Sel Awal dan pH Medium pada Fermentasi Xilitol dari Hidrolisat Tandan Kosong Sawit*. Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri Vol. 7 No. 1: 23-30 (2018).
- [5] Sudiyani, Y. 2009. *Utilization of Biomass Waste Empty Fruit Bunch Fiber of Palm Oil for Bioethanol Production*. Research Workshop on Sustainable Biofuel, (pp. 1-15).
- [6] Annazhifah, Nurul. 2017. *Kajian Sifat Fisikokimia Kristal Xilitol Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Variasi Suhu Pemanasan dan Penambahan Sumber Inti Kristal*. Skripsi. Bandung: Universitas Padjadjaran.
- [7] Mardawati, E., D. W. Wira, M. Kresnowati, R. Purwadi, and T. Setiadi, "Microbial Production of Xylitol from Oil Palm Empty Fruit Bunches Hydrolysate : The Effect of Glucose Concentration," J. Japan Inst. Energy, vol. 94, pp. 769–774, 2015
- [8] Badan Standardisasi Nasional. 1995. *SNI 12-3524-1995 tentang Pasta Gigi*. Jakarta: BSN.
- [9] Marlina, D. dan Nilma Rosalini. 2017. *Formulasi Pasta Gigi Gel Ekstrak Daun Sukun (Artocarpus altilis) dengan Natrium CMC sebagai Gelling Agent dan Uji Kestabilan Fisiknya*. Jurnal Kesehatan Palembang: Volume 12, No. 1.
- [10] Mahdalin, A., Elis Widarsih, dan Kun Harismah. 2017. *Pengujian Sifat Fisika dan Sifat Kimia Formulasi Pasta Gigi Gambir dengan Pemanis Alami Daun Stevia*. ISSN: 2407-9189.
- [11] Vranic, E., Lacevic, A., Mehmedagic, A. dan Uzunovic, A. 2004. *Formulation Ingredients for Toothpastes and Mouthwashes*. Bosn J Basic Med Sci, 4, 51-8.
- [12] Moore, C., Addy, M and Moran, J. 2008. *Toothpaste Detergents: A Potential Source of Oral Soft Tissue Damage*. International Jurnal Dental Hygiene, 6:193-198.

- [13] Nordstrom, A., Mystikos, C., Ramberg, P dan Birkhed, D. 2009. *Effect on De Novo Plaque Formation of Rinsing with Toothpaste Slurries and Water Solution with A High Fluoride Toothpaste on the Development of Plaque and Gingivitis*. Journal Oral Science, 177(5):563-567.
- [14] Salzer, S., Rosema, N.A.M., Martin, E.C.J., Slot, D.E., Timmer, C.J., Dorfer, C.E dan Weijden, G.A.V.D. 2016. *The Effectiveness of Dentifrices without and with Sodium Lauryl Sulfate on Plaque, Gingivitis, and Gingival Abrasion*. Clinical Oral Invest, 20:443-450.
- [15] Bouassida, Mouna, N. Fourati, F. Krichen, R. Zouari, S. Ellouz-Chaabouni, dan D. Ghribi. 2017. *Potential Application of Bacillus subtilis SPB1 Lipopeptides in Toothpaste Formulation*. Journal of Advanced Research 8 (2017): 425-433.
- [16] Costa, E. B. M. 2011. *Role and Influence of the Toothpaste Components in the Oral Biochemistry. Integrated Master Dentistry*. Porto University.
- [17] Lutz, F., Sener B, Imfeld T. 1993. *Self-Adjusting Abrasiveness: A New Technology for Prophylaxis Pastes*. Quintessence Int 1993;24: 53-63.
- [18] Resti, El Auerkari, A. T. Sarwono. 2008. *Pengaruh Pasta Gigi Mengandung Xylitol terhadap Pertumbuhan Streptococcus Mutans Serotipe E (In Vitro)*. Indonesian Journal of Dentistry 2008; 15 (1): 15-22.
- [19] Mahyati. 2017. *Uji Daya Hambat Senyawa Xylitol dari Limbah Tongkol Jagung pada Bakteri Streptococcus Mutans*. Journal INTEK, 2017, Volume 4 (1): 111-114.
- [20] Soderling, E., Trahan L., Tammiala-Salonen T., Hakkinen L. 1997. *Effects of Xylitol, Xylitol-Sorbitol, and Placebo Chewing Gums on The Plaque of Habitual Xylitol Consumers*. Eur J Oral Sci. 1997;105:170-177.
- [21] Soderling, E., Talonpoika J., dan Makinen K. K. 1987. *Effect of Xylitol-containing Carbohydrate Mixtures on Acid and Ammonia Production in Suspensions of Salivary Sediment*. Scand J Dent Res. 1987;95:405-410.
- [22] Ur-Rehman, S., Zarina M., Tahir Z., Amir J., dan Mian A. M. 2015. *Xylitol: A Review on Bioproduction, Application, Health Benefits, and Related Safety Issues*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 55:11, 1514-1528.
- [23] Pepper, T. dan Olinger, P. M. 1988. *Xylitol in Sugar-Free Confections*. Food Technol. 10:98-106.