

Pengaruh perendaman cuka sari apel terhadap stabilitas warna dan kekuatan fleksural basis gigi tiruan nilon termoplastik

Miftah Khul Jannah^{1*}, Mohammad Zulkarnain¹

¹Departemen Prostodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara, Indonesia

*Korespondensi: miftahkhuljannah23@gmail.com

Submisi: 22 Februari 2022; Penerimaan: 26 Februari 2022; Publikasi Online: 28 Februari 2022

DOI: [10.24198/pjdrs.v6i1.33156](https://doi.org/10.24198/pjdrs.v6i1.33156)

ABSTRAK

Pendahuluan: Nilon termoplastik adalah material basis gigi tiruan yang terbuat dari resin poliamida yang perlu dibersihkan secara berkala. Cuka sari apel dan *Val-clean* digunakan sebagai bahan pembersih gigi tiruan, namun bahan tersebut dapat mempengaruhi sifat fisis dan mekanis seperti stabilitas warna dan kekuatan fleksural. Tujuan penelitian menganalisis pengaruh perendaman cuka sari apel konsentrasi 5% terhadap stabilitas warna dan kekuatan fleksural basis gigi tiruan nilon termoplastik. **Metode:** Jenis penelitian eksperimental laboratoris dengan *post-test-only control group design*. Jumlah sampel terdiri dari 48 dengan ukuran sampel 20x3 mm untuk uji stabilitas warna dan 65x10x3±0,1 mm untuk uji kekuatan fleksural dan terbagi menjadi enam kelompok sampel. Stabilitas warna diukur menggunakan *colorimeter* dan kekuatan fleksural menggunakan *Universal Testing Machine*. Analisis data menggunakan uji ANOVA. **Hasil:** Stabilitas warna menunjukkan tidak ada pengaruh signifikan $p=0,124$ ($p>0,05$) antara kelompok perendaman cuka sari apel konsentrasi 5%, *Val-clean*, dan akuades selama 4 hari, sedangkan kelompok perendaman cuka sari apel konsentrasi 5%, *Val-clean*, dan akuades selama 8 hari menunjukkan ada pengaruh yang signifikan $p=0,035$ ($p<0,05$). Uji ANOVA terhadap kekuatan fleksural menunjukkan ada pengaruh yang signifikan $p=0,001$ ($p<0,05$) antara kelompok perendaman cuka sari apel konsentrasi 5%, *Val-clean*, dan akuades selama 4 hari dan 8 hari. **Simpulan:** Perendaman cuka sari apel tidak disarankan untuk bahan pembersih basis gigi tiruan nilon termoplastik karena dapat menyebabkan perubahan warna dan dapat menurunkan kekuatan fleksural.

Kata kunci: nilon termoplastik; cuka apel 5%; stabilitas warna; kekuatan fleksural

The effect of apple cider vinegar immersion on the colour stability and flexural strength of the thermoplastic nylon denture base

ABSTRACT

Introduction: Thermoplastic nylon is a denture base material made of polyamide resin that needs to be cleaned regularly. Apple cider vinegar and *Val-clean* are used as denture cleaning agents, but they can affect physical and mechanical properties such as colour stability and flexural strength. The purpose of this study was to analyse the effect of immersion in 5% of apple cider vinegar on the colour stability and flexural strength of thermoplastic nylon denture bases. **Methods:** This research was an experimental laboratory with a post-test-only control group design. Forty-eight samples were fabricated with the size of 20x3 mm for colour stability test and 65x10x3±0,1 mm for flexural strength test, then divided into six sample groups. Colour stability was measured using a colourimeter and flexural strength using a Universal Testing Machine. Data analysis was performed with an ANOVA test. **Results:** After four days of immersion, colour stability showed no significant effect ($p=0.124$; $p>0.05$) between the 5% apple cider vinegar immersion group, *Val-clean*, and distilled water. While after eight days of immersion, the 5% apple cider vinegar immersion group, *Val-clean*, and distilled water showed a significant effect ($p=0.035$; $p<0.05$). ANOVA test on flexural strength showed a significant effect ($p=0.001$; $p<0.05$) between groups of 5% apple cider vinegar immersion, *Val-clean*, and distilled water after four and eight days of immersion. **Conclusions:** Thermoplastic nylon denture base is not recommended to be immersed in apple cider vinegar for cleaning because it can cause discolouration and reduce flexural strength.

Keywords: thermoplastic nylon; 5% apple cider vinegar; colour stability; flexural strength

PENDAHULUAN

Basis gigi tiruan adalah bagian dari gigi tiruan yang bersandar pada jaringan pendukung dan tempat anasir gigi tiruan dilekatkan.¹ Sejak tahun 1956, basis gigi tiruan nilon termoplastik digunakan sebagai basis alternatif pengganti basis resin akrilik polimerisasi panas.^{2,3} Nilon termoplastik adalah salah satu bahan alternatif basis gigi tiruan yang terbuat dari resin poliamida dan memperlihatkan kekuatan fisis tinggi serta ketahanan terhadap bahan kimia. Nilon termoplastik dapat dengan mudah dimodifikasi untuk meningkatkan kekakuan dan ketahanan aus yang baik.³

Nilon termoplastik memiliki beberapa kelebihan yaitu nilai estetisnya jauh lebih baik dari resin akrilik polimerisasi panas, bahannya elastis sehingga beban mastikasi yang tinggi akan diantisipasi oleh fleksibilitas bahan, tidak toksik, tidak menyebabkan reaksi alergi terhadap monomer sisanya dan memiliki kekuatan yang cukup untuk dijadikan sebagai bahan basis gigi tiruan.^{1,2,4} Nilon termoplastik juga memiliki kekurangan diantaranya pengerasan, perubahan dimensi, stabilitas warna rendah dan penyerapan air.

Penyerapan air yang tinggi merupakan kekurangan utama dari nilon termoplastik yang mana mengakibatkan kekasaran permukaan dan mudah melekatnya plak serta sisa makanan. Hal ini dapat mengganggu kebersihan dan kesehatan rongga mulut, menyebabkan bau nafas, melekatnya *stain* dan *biofilm*, akumulasi kalkulus dan *Candida albicans*.^{5,6,7} Proliferasi *Candida albicans* yang terdapat pada plak yang melekat pada gigi tiruan bisa menyebabkan *Denture stomatitis*. Pencegahan terhadap *Denture stomatitis* dapat dilakukan dengan memelihara dan membersihkan gigi tiruan, serta melepasnya pada malam hari.⁸ Untuk membilas gigi tiruan dianjurkan setiap setelah makan, serta secara rutin menggunakan bahan pembersih gigi tiruan.⁶

Pembersihan gigi tiruan dapat dilakukan melalui beberapa metode, diantaranya yaitu secara mekanis, kimia dan kombinasi. Pembersihan secara metode kimia dapat dilakukan dengan merendam gigi tiruan pada larutan desinfektan seperti alkalin peroksida dan sodium hipoklorit.^{9,10} Pemilihan bahan pembersih gigi tiruan sebagai bahan disinfektan yang harus diperhatikan ialah biokompatibilitas dengan jaringan mulut dan pengaruhnya terhadap sifat fisis, mekanis, atau kimia dari basis gigi tiruan.¹¹

Perendaman gigi tiruan dalam larutan pembersih mempunyai variasi perendaman yang berbeda-beda. Secara umum pembersihan gigi tiruan dapat dibagi menjadi dua yaitu jangka pendek (berkisar 15-45 menit) setelah makan dan jangka panjang (berkisar 6-8 jam) pada malam hari.¹²

Basis gigi tiruan nilon termoplastik memiliki bahan pembersih khusus seperti *flexible denture cleanser/fdc™* (Rdt Technology-Uk) dan *val-clean®* (Valplast Corp-New York), namun bahan tersebut sulit diperoleh hingga saat ini. Hal ini mendorong penggunaan bahan pembersih alternatif untuk gigi tiruan fleksibel yang tersedia secara komersial.¹³ Seiring dengan kesadaran akan dampak buruk bahan pembersih kimia, saat ini telah ditemukan bahan pembersih gigi tiruan alternatif sebagai bahan pembersih alami.¹⁴ Cuka sari apel merupakan minuman kesehatan yang dihasilkan dari fermentasi buah apel. Cuka sari apel dapat dikonsumsi oleh seluruh golongan masyarakat termasuk orang dewasa yang memiliki gigi tiruan.¹⁵ Cuka sari apel memiliki sifat antibakteri dan antifungi karena memiliki kandungan tanin berkonsentrasi tinggi dan katekin.¹⁶

Pemakaian pembersih gigi tiruan dapat menyebabkan hilangnya *plasticizer* dan menyebabkan terjadinya penyerapan air pada permukaan basis gigi tiruan. Hal ini dapat menimbulkan perubahan warna dan penurunan sifat mekanis.¹⁷ Zulkarnain dkk¹⁸, menyatakan bahwa cuka putih 5% merupakan bahan pembersih yang baik dibandingkan sodium hipoklorit 0,5% dalam pengaruhnya terhadap stabilitas warna. Wahyuni dkk¹⁹, menyatakan bahwa minuman yang mengandung tanin atau polifenol dapat menyebabkan terjadinya perubahan warna pada basis gigi tiruan. Bahan basis gigi tiruan nilon termoplastik mempunyai sifat mekanis berupa kekuatan fleksural yang tinggi sehingga tidak mudah fraktur.¹

Kekuatan fleksural yang buruk dapat menyebabkan bahan basis gigi tiruan tidak mampu menahan beban mastikasi yang berlebihan. Menurut Wang *et al*¹, kekuatan fleksural yang tinggi dibutuhkan oleh suatu material untuk tahan terhadap tekanan mastikasi yang dapat mengakibatkan deformasi permanen. Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan basis gigi tiruan, yaitu bahan yang digunakan untuk membuat gigi tiruan, manipulasi bahan, dan suasana pH dalam mulut yang dipengaruhi oleh makanan dan minuman yang dikonsumsi.²⁰ Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh

perendaman cuka sari apel 5% terhadap stabilitas warna dan kekuatan fleksural basis gigi tiruan nilon termoplastik selama 4 hari dan 8 hari.

METODE

Jenis penelitian eksperimental laboratoris dengan desain penelitian *Posttest Only Control Group Design*. Sampel penelitian nilon termoplastik (Bioplast, Japan) yang dibuat pada model induk berbahan *stainless steel* berbentuk batang silinder dengan ukuran 20x3 mm untuk uji stabilitas warna (sesuai dengan *American Dental Association* (ADA) Spesifikasi No. 12) dan cetakan ukuran 65x10x3±0,1 mm untuk uji kekuatan fleksural (sesuai dengan standar ISO 1567). Kelompok penelitian terdiri 6 kelompok yaitu 3 kelompok pada perendaman nilon termoplastik selama 4 hari di dalam cuka sari apel konsentrasi 5% (kelompok A), *val-clean* (kelompok B) dan akuades (kelompok C) dan 3 kelompok dengan perendaman nilon termoplastik selama 8 hari pada cuka sari apel konsentrasi 5% (kelompok D), *val-clean* (kelompok E) dan akuades (kelompok F). Jumlah sampel untuk tiap kelompok adalah 4 sampel, maka total sampel adalah 48 sampel.

Pembuatan sampel menggunakan model induk sebanyak empat buah dan tiga buah untuk 1 kuvet. Pembuatan *mold* dilakukan dengan cara memendam model induk pada adonan gips tipe III yang telah diletakkan pada kuvet bagian bawah. Setelah gips mengeras, spru dipasang pada tepi model induk sebagai jalan masuk nilon, kemudian oleskan vaselin pada permukaan gips, model induk dan kuvet atas. Kuvet atas disatukan dengan kuvet bawah lalu diisi kembali dengan gips tipe III. Setelah gips mengeras, kuvet dibuka dan model induk dikeluarkan. Spru dibuang lalu oles *cold mould seal* pada permukaan gips, *mold* dan kuvet atas kemudian, kuvet dipasangkan

kembali. Butiran nilon termoplastik dimasukkan ke dalam *cartridge* dilanjutkan dengan pemanasan *cartridge* di dalam *furnace* pada suhu 225°C selama 15 menit. Setelah bahan nilon termoplastik meleleh, *cartridge* diletakkan pada posisi vertikal di atas lubang spru pada kuvet kemudian bahan nilon termoplastik diinjeksikan ke dalam *mold* selama 3 menit dan biarkan selama 30 menit hingga mengeras. Sampel dikeluarkan dari kuvet dan dirapikan, sampel dihaluskan dengan kertas pasir *waterproof* ukuran 800, 1000, 1200. Pemolesan dilanjutkan dengan *Scotch-Brite brush* dan dipoles dengan *coarse pumice* hingga mengkilat.

Sampel nilon termoplastik direndam dalam cuka sari apel konsentrasi 5%, *val-clean* dan akuades pada suhu 37°C dalam inkubator selama 4 hari dan 8 hari dan mengganti larutan tersebut setiap 24 jam sekali. Sampel nilon termoplastik kemudian dikeringkan dan dimasukkan dalam desikator selama 24 jam. Pengujian stabilitas warna dilakukan dengan colorimeter dan kekuatan fleksural dengan *Universal Testing Machine* (UTM). Data di analisis menggunakan uji univarian. Uji *One-way ANOVA* untuk mengetahui pengaruh perendaman cuka sari apel, *val-clean* dan akudes terhadap stabilitas warna dan kekuatan fleksural basis gigi tiruan nilon termoplastik lalu dilakukan uji LSD (*Least Significant Difference*) untuk mengetahui perbedaan pengaruh perendaman basis gigi tiruan nilon termoplastik.

HASIL

Nilai rerata stabilitas warna dianalisis dengan uji univarian. Nilai rerata dan standar deviasi kelompok A-F, kelompok A adalah $40,876 \pm 1,277$, B adalah $41,552 \pm 0,717$, C adalah $42,406 \pm 1,174$, D adalah $37,762 \pm 1,071$, E adalah $39,129 \pm 2,579$ dan kelompok F adalah $35,362 \pm 1,435$ Tabel (1).

Tabel 1. Nilai stabilitas warna basis gigi tiruan nilon termoplastik setelah perendaman cuka sari apel, *val-clean* dan akudes terhadap stabilitas warna dan kekuatan fleksural basis gigi tiruan nilon termoplastik selama 4 hari dan 8 hari

No Sampel	Nilai stabilitas warna (values)					
	4 hari			8 hari		
	A (cuka sari apel)	B (Val-Clean)	C (Akuades)	D (cuka sari apel)	E (Val-Clean)	F (Akuades)
1	40,06	40,62	42,68	39,57	36,83	34,84
2	39,46	42,51	42,56	36,84	38,79	32,29
3	42,53	41,90	42,69	37,81	38,07	35,41
4	41,82	41,52	43,70	37,19	42,80	33,87
$\bar{x} \pm SD$	$40,876 \pm 1,277$	$41,552 \pm 0,717$	$42,406 \pm 1,174$	$37,762 \pm 1,071$	$39,129 \pm 2,579$	$35,362 \pm 1,435$

Nilai stabilitas warna basis gigi tiruan nilon termoplastik rerata kekuatan fleksural dianalisis dengan uji univarian. Nilai rerata dan standar deviasi kelompok A adalah $11,565 \pm 1,526$, kelompok B

adalah $16,264 \pm 1,141$, kelompok C adalah $17,158 \pm 0,874$, kelompok D adalah $12,176 \pm 1,691$, kelompok E adalah $16,806 \pm 2,208$ dan kelompok F adalah $16,475 \pm 1,118$ (Tabel 2).

Tabel 2. Nilai kekuatan fleksural basis gigi tiruan nilon termoplastik setelah perendaman cuka sari apel, *val-clean*, dan akuades terhadap selama 4 hari dan 8 hari

No Sampel	Nilai kekuatan fleksural (MPa)					
	4 hari			8 hari		
	A (cuka sari apel)	B (<i>Val-Clean</i>)	C (Akuades)	D (cuka sari apel)	E (<i>Val-Clean</i>)	F (Akuades)
1	13,66	14,87	17,07	13,96	15,29	16,00
2	10,24	16,33	16,37	10,79	16,57	17,24
3	12,70	16,17	18,40	11,71	21,48	15,26
4	10,66	17,66	16,80	14,68	15,66	14,56
$\bar{x} \pm SD$	$11,565 \pm 1,526$	$16,264 \pm 1,141$	$17,158 \pm 0,874$	$12,176 \pm 1,691$	$16,806 \pm 2,208$	$16,475 \pm 1,118$

Stabilitas warna

Pengaruh perendaman cuka sari apel konsentrasi 5%, *val-clean*, dan akuades terhadap stabilitas warna basis gigi tiruan nilon termoplastik selama 4 hari dan 8 hari menunjukkan tidak terdapat pengaruh perendaman antar kelompok A,B dan C yang direndam selama 4 hari dengan nilai $p=0,124$

($p>0,05$), sedangkan pada perendaman 8 hari diperoleh nilai $p=0,035$ ($p<0,05$), hal ini menunjukkan ada pengaruh perendaman cuka sari apel konsentrasi 5% (kelompok D), *val-clean* (kelompok E), dan akuades (kelompok F) yang signifikan terhadap stabilitas warna basis gigi tiruan nilon termoplastik (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh perendaman cuka sari apel, *val-clean*, dan akuades terhadap stabilitas warna basis gigi tiruan nilon termoplastik selama 4 hari dan 8 hari

Kelompok	Waktu perendaman	Nilai stabilitas warna		Nilai-p
		N	$\bar{x} \pm SD$	
A		4	$40,876 \pm 1,277$	
B	4 Hari	4	$41,552 \pm 0,717$	0,124
C		4	$42,406 \pm 1,174$	
D		4	$37,762 \pm 1,071$	
E	8 Hari	4	$39,129 \pm 2,579$	0,035*
F		4	$35,362 \pm 1,435$	

Stabilitas warna

Pengaruh perendaman cuka sari apel konsentrasi 5%, *val-clean*, dan akuades terhadap kekuatan fleksural basis gigi tiruan nilon termoplastik selama 4 hari dan 8 hari dianalisis dengan menggunakan uji ANOVA satu arah, Hal ini menunjukkan

terdapat pengaruh perendaman cuka sari apel konsentrasi 5%, *val-clean*, dan akuades signifikan terhadap kekuatan fleksural basis gigi tiruan nilon termoplastik selama 4 hari diperoleh nilai $p=0,001$ ($p<0,05$) dan 8 hari diperoleh nilai $p=0,001$ ($p<0,05$) (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh perendaman cuka sari apel, *val-clean*, dan akuades terhadap kekuatan fleksural basis gigi tiruan nilon termoplastik selama 4 hari dan 8 hari

Kelompok	Waktu perendaman	Nilai Kekuatan Fleksural (MPa)		Nilai-p
		N	$\bar{x} \pm SD$	
A		4	$11,565 \pm 1,526$	
B	4 Hari	4	$16,264 \pm 1,141$	0,001*
C		4	$17,158 \pm 0,874$	
D		4	$12,176 \pm 1,691$	
E	8 Hari	4	$16,806 \pm 2,208$	0,001*
F		4	$16,475 \pm 1,181$	

Kekuatan fleksural

Hasil uji ANOVA satu arah pada perendaman 4 hari tidak dapat dilanjutkan uji LSD. Tetapi pada perendaman 8 hari selanjutnya dilakukan uji LSD. Hasil uji LSD menunjukkan adanya perbedaan pengaruh perendaman yang signifikan terhadap

stabilitas warna antar kelompok E dengan kelompok F $p=0,012$ ($p<0,05$). Kelompok yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan pengaruh perendaman yang signifikan terhadap stabilitas warna antar kelompok D dengan kelompok E $p=0,272$ ($p>0,05$), dan kelompok D dengan kelompok F $p=0,068$ ($p>0,05$) (Tabel 5).

Tabel 5. Perbedaan pengaruh perendaman cuka sari apel, *val-clean*, dan *akuades* terhadap stabilitas warna basis gigi tiruan nilon termoplastik selama 8 hari

Kelompok pengukuran stabilitas warna	Waktu perendaman	Nilai-p
D dan E		0,272
D dan F	8 Hari	0,068
E dan F		0,012

Stabilitas warna

Hasil uji LSD menunjukkan adanya perbedaan signifikan pengaruh perendaman basis gigi tiruan terhadap kekuatan fleksural antar kelompok A dengan kelompok B $p=0,001$ ($p<0,05$), kelompok A dengan kelompok C $p=0,001$ ($p<0,05$), kelompok D dengan kelompok E $p=0,001$ ($p<0,05$), dan kelompok

D dengan kelompok F $p=0,001$ ($p<0,05$). Kelompok yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan pengaruh perendaman basis gigi tiruan terhadap kekuatan fleksural antar kelompok B dengan kelompok C $p=0,323$ ($p>0,05$), dan kelompok E dengan kelompok F $p=0,709$ ($p>0,05$) (Tabel 6).

Tabel 6. Perbedaan pengaruh perendaman cuka sari apel, *val-clean*, dan *akuades* terhadap kekuatan fleksural basis gigi tiruan nilon termoplastik selama 4 hari dan 8 hari

Kelompok pengukuran Stabilitas warna	Waktu perendaman	Nilai-p
A dan B		0,001
A dan C	4 Hari	0,001
B dan C		0,323
D dan E		0,001
D dan F	8 Hari	0,001
E dan F		0,709

PEMBAHASAN

Variasi nilai stabilitas warna yang terjadi pada masing-masing sampel di setiap kelompok bahan perendaman disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satu faktor penyebabnya yaitu faktor penyerapan air dan konsentrasi fenol yang dapat melarutkan basis gigi tiruan. Hal ini terjadi karena nilon termoplastik memiliki sifat yang mudah menyerap air, seperti pada pembersihan sampel saat setelah pemolesan menggunakan air, meskipun sampel telah dikeringkan dengan menggunakan desikator. Konsentrasi fenol dapat bereaksi yang menyebabkan ikatan poliamida mengalami degradasi sehingga beberapa monomer resin melepaskan diri.^{2,3} Naini dkk⁷, menyatakan perubahan warna yang terjadi pada nilon termoplastik dapat bervariasi hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain adalah ukuran sampel, mikroporositas sampel dan lamanya kontak antara bahan. Semakin luas

ukuran sampel maka semakin besar perubahan fisis pada bahan tersebut dapat terjadi. Mikroporositas menentukan terjadinya penempelan partikel warna daerah yang poros. Semakin banyak porositas maka akumulasi cairan yang terabsorbsi melalui proses difusi juga akan semakin banyak.⁷ enelitian ini kemungkinan terjadinya porositas pada sampel nilon termoplastik yang menyebabkan terbentuknya poros sehingga terdapat ruang kosong dan menyebabkan berkurangnya kepadatan suatu bahan yang berdampak terjadinya peningkatan perubahan warna.

Variasi nilai kekuatan fleksural yang terjadi pada masing-masing sampel di setiap kelompok menunjukkan nilai kekuatan fleksural terkecil pada perendaman 4 hari dan 8 hari yaitu cuka sari apel konsentrasi 5% (Tabel 2) disebabkan karena cuka sari apel mengandung flavonoid yang termasuk ke dalam tanin atau senyawa polifenol.¹⁶ Fenol merupakan suatu senyawa yang terkandung dalam

larutan cuka apel dan mempunyai berat molekul yang lebih kecil dari berat molekul polimer resin. Hal ini menyebabkan ikatan polimer nilon termoplastik mengalami degradasi sehingga terjadi penurunan kekuatan fleksural.²¹

Penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Sundari dkk² yang menyatakan bahwa terjadinya perbedaan nilai pada kekuatan fleksural yang signifikan disebabkan karena absorpsi air dari bahan nilon termoplastik. Air memegang peranan penting dalam degradasi hidrolitik dan erosi dengan cara merenggangkan filler matriks. Bahan dasar polimer dapat menyerap air kedalam matriks melalui suatu proses difusi terkontrol. Penyerapan air yang terjadi akan menyebabkan partikel larutan akan berpenetrasi dan memengaruhi ikatan kimia. Semakin lama perendaman maka akan semakin banyak larutan yang dapat berpenetrasi ke ruang mikroporositas sehingga menurunkan kekuatan fleksural.^{1,2}

Uji ANOVA satu arah menunjukkan tidak adanya pengaruh pada perendaman selama 4 hari dan ada pengaruh perendaman cuka sari apel konsentrasi 5%, *val-clean* dan akuades selama 8 hari (Tabel 3). Hal ini disebabkan karena sifat dari nilon termoplastik poliamida yang hidroskopis dapat mengakibatkan stabilitas warna semakin menurun, sehingga semakin lama perendaman akan menyebabkan degradasi dari struktur resin nilon termoplastik.¹² Perubahan warna dari basis gigi tiruan nilon termoplastik dapat disebabkan oleh oksidasi dari akselerator amina akibat penetrasi suatu larutan.

Penetrasi larutan ini juga dihubungkan dengan sifat penyerapan air yang tinggi pada basis gigi tiruan nilon termoplastik.²² Perubahan warna berhubungan dengan karakteristik permukaan yaitu mikroporositas pada basis gigi tiruan nilon termoplastik.²³ Winardhi dkk¹² menyatakan bahwa semakin lama nilon termoplastik direndam dalam bahan pembersih, maka terjadi peningkatan dalam mengabsorpsi air atau cairan, sehingga terjadi perubahan sifat fisis nilon termoplastik.¹² Perubahan warna yang terjadi pada basis gigi tiruan nilon termoplastik disebabkan oleh salah satu kandungan pada cuka sari apel yaitu tanin atau senyawa polifenol.²⁴ Tanin yang mengandung pigmen akan terlarut dalam air yang berkontak dengan basis gigi tiruan dan zat warna yang dimiliki tanin masuk ke dalam ruang antar rantai yang ada pada poliamida

bersamaan dengan masuknya molekul air ke dalam rantai amida.¹⁸ Ion H⁺ dari asam akan menyebabkan degradasi ikatan polimer sehingga terjadi pelepasan ion H⁺ yang terbentuk ruang kosong.²⁴ Semakin tinggi penyerapan air bahan basis gigi tiruan, maka semakin tinggi juga sampel menyerap zat warna, sehingga basis gigi tiruan nilon termoplastik memiliki stabilitas warna yang rendah.¹²

Hasil penelitian pada perendaman 8 hari sesuai dengan hasil penelitian Zulkarnain dkk¹⁸ menyatakan bahwa perubahan nilai stabilitas warna pada sampel yang direndam cuka putih konsentrasi 5% disebabkan oleh pH rendah yang dimiliki bahan aktifnya yaitu asam asetat pH sebesar 2,4 yang mengakibatkan degradasi warna pada basis gigi tiruan. Namun hasil penelitian pada perendaman 8 hari tidak sesuai dengan hasil penelitian Castro *et al*²⁵ yang menyatakan bahwa cuka putih 5% tidak memengaruhi secara signifikan stabilitas warna basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas yang direndam selama 30, 60, 120, dan 180 menit. Hal ini dapat disebabkan oleh waktu kontak yang tidak terlalu lama antara bahan pembersih gigi tiruan dengan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas sehingga tidak terjadi perubahan warna yang berarti

Uji ANOVA satu arah menunjukkan adanya pengaruh perendaman cuka sari apel konsentrasi 5%, *val-clean*, dan akuades terhadap kekuatan fleksural basis gigi tiruan nilon termoplastik yang signifikan selama 4 hari dan 8 hari (Tabel 4). Hal ini disebabkan karena nilon termoplastik memiliki polimer bersifat *crystalline* yang dapat membentuk ikatan rantai panjang sehingga memiliki sifat fisis yang lebih tahan terhadap abrasi dan larutan kimia, tidak mudah larut dalam pelarut dan memiliki stabilitas yang lebih tinggi daripada resin akrilik polimerisasi panas yang bersifat *amorphous*. Molekul pelarut yang masuk akan menempati posisi rantai polimer sehingga rantai polimer memisah, melemahkan struktur kimia dan mengakibatkan penurunan kekuatan polimer.³

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Wady dalam Amalia dkk¹ yang menyatakan bahwa durasi kontak cairan dengan basis gigi tiruan yang semakin lama karena perendaman maka akan semakin banyak molekul air yang merusak ikatan sekunder dari rantai polimer sehingga akan terjadi penurunan kekuatan fleksural basis gigi tiruan.¹ Menurut penelitian Suguh dkk²⁵ menyatakan terdapat perbedaan yang signifikan

antara kelompok perlakuan. Hasil uji tersebut menunjukkan perendaman larutan cuka apel yang bersifat asam (pH 3,6) mampu memengaruhi kekuatan basis gigi tiruan berbahan dasar resin akrilik polimerisasi panas. Begitu juga dengan hasil penelitian yang dilakukan Amalia dkk¹ menyatakan bahwa pemaparan cuka pempek yang bersifat asam (pH 4,9) dapat memengaruhi penurunan kekuatan fleksural basis gigi tiruan nilon termoplastik.¹ Hal ini dapat terjadi karena penyerapan air pada nilon termoplastik menyebabkan ion H⁺ dari asam masuk dan bereaksi dengan ikatan rantai poliamida sehingga terjadi pemutusan ikatan rantai yang menyebabkan perubahan struktur dari nilon termoplastik.³

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat secara statistik bahwa terdapat perbedaan pengaruh perendaman yang signifikan terhadap stabilitas warna antara kelompok *val-clean* (E) dengan *akuades* (F). Hal ini dihubungkan dengan sifat penyerapan air yang tinggi pada basis gigi tiruan nilon termoplastik. Penyerapan air terjadi karena adanya perbedaan komponen aktif pada bahan pembersih gigi tiruan yang akan mengakibatkan partikel larutan bahan pembersih akan berpenetrasi sehingga mempengaruhi ikatan kimia.¹² Salah satu bahan pembersih gigi tiruan yaitu *val-clean*. *Val-clean* memiliki kandungan aktif yang dapat memengaruhi sifat nilon termoplastik yaitu hidrogen peroksida. Jika *val-clean* larut dalam air, maka akan menghasilkan H₂O₂ (hidrogen peroksida).

Hidrogen peroksida akan terurai menjadi 2H₂O+2(O) (oksigen). Radikal bebas dari hidrogen peroksida dapat menyebabkan terganggunya ikatan poliamida yang diakibatkan masuknya oksigen (O₂) yang tidak memiliki pasangan elektron ke dalam rantai polimer dan terjadilah oksidasi yang mengakibatkan perubahan warna nilon termoplastik. Nilon termoplastik tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan aktif pada *val-clean*, tetapi juga lama perendaman nilon termoplastik.

Semakin lama nilon termoplastik direndam dalam bahan pembersih, maka terjadi peningkatan dalam mengabsorpsi air atau cairan, sehingga stabilitas warna nilon termoplastik meningkat.¹² Amin dkk¹⁹ menyatakan bahwa perendaman menggunakan bahan pembersih kimia akan menyebabkan terjadinya penyerapan cairan pada basis gigi tiruan nilon termoplastik. Penyerapan cairan yang terjadi secara terus-menerus akan merusak struktur dari polimer.¹⁹ Penelitian ini menunjukkan bahwa tidak

terdapat perbedaan pengaruh perendaman yang signifikan terhadap stabilitas warna antara kelompok cuka sari apel (D) dengan kelompok *val-clean* (E) dan kelompok cuka sari apel (D) dengan kelompok *akuades* (F). Hal ini disebabkan karena struktur kimia dari nilon termoplastik, yaitu kelompok nilon termoplastik poliamida. Poliamida berasal dari reaksi kondensasi antara diamin dan asam dibasat.

Nilon termoplastik memiliki polimer yang resisten terhadap bahan kimia karena memiliki derajat kristal yang tinggi sehingga tingkat penyerapan airnya lebih rendah.⁵ Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Castro *et al*²⁵ yang menyatakan bahwa cuka sari apel 5% tidak mempengaruhi secara signifikan stabilitas warna basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas yang direndam selama 30, 60, 120, dan 180 menit.²⁵ Saied *et al*¹³ menyatakan bahwa setelah direndam larutan alkalin peroksida (*fittydent*) selama 12 jam menyebabkan efek yang tidak bermakna terhadap stabilitas warna nilon termoplastik.¹³

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dilihat secara statistik bahwa terdapat perbedaan pengaruh perendaman yang signifikan terhadap kekuatan fleksural antara kelompok cuka sari apel konsentrasi 5% (A) dengan *val-clean* (B), dan kelompok cuka sari apel konsentrasi 5% (A) dengan *akuades* (C). Hal ini terjadi karena nilon termoplastik mempunyai sifat penyerapan air melalui proses difusi. Penyerapan air yang terjadi karena dipengaruhi oleh kandungan aktif yang terkandung dalam cuka sari apel yang dapat memengaruhi sifat nilon termoplastik. Cuka sari apel konsentrasi 5% mengandung flavonoid yang termasuk ke dalam tanin atau senyawa polifenol.¹⁶

Apabila fenol berkontak dengan basis gigi tiruan dapat menyebabkan kerusakan kimia pada permukaan basis gigi tiruan. Perusakan secara kimia menimbulkan kekasaran pada permukaan basis gigi tiruan nilon termoplastik sehingga dapat menyebabkan retak atau *crazing* dan penurunan kekuatan. Kandungan fenol dalam larutan cuka sari apel kemungkinan dapat memengaruhi sifat mekanis dari basis gigi tiruan nilon termoplastik.⁸

Fenol merupakan suatu senyawa yang terkandung dalam larutan cuka sari apel dan mempunyai berat molekul yang lebih kecil dari berat molekul polimer resin.²¹ Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Sundari dkk² menyatakan bahwa ion H⁺ pada larutan asam akan menyebabkan terjadinya degradasi ikatan polimer sehingga

beberapa ikatan akan melepaskan diri. Adanya pelepasan ini akan menyebabkan ruang-ruang kosong diantara matriks polimer bertambah banyak sehingga memudahkan terjadinya difusi cairan dari luar menuju ke dalam resin. Cairan dari cuka sari apel konsentrasi 5% tersebut menembus ikatan polimer dan menempati posisi diantara rantai polimer sehingga rantai polimer tersebut terganggu dan terpisah.²

Faktor lain juga dipengaruhi oleh kandungan aktif yang terkandung dalam *val-clean*. Jika *val-clean* larut dalam air, maka akan menghasilkan H_2O_2 (hidrogen peroksida) akan terurai menjadi $2H_2O + 2(O)$ (oksigen).¹² Terdapat perbedaan pengaruh signifikan terhadap kekuatan fleksural antara kelompok cuka sari apel konsentrasi 5% (D) dan *val-clean* (E), dan kelompok cuka sari apel konsentrasi 5% (D) dan akuades (F). Terjadinya perbedaan pengaruh kekuatan fleksural yang signifikan diduga disebabkan oleh kemampuan absorpsi air dari masing-masing bahan. Nilon termoplastik mempunyai salah satu sifat penyerapan air secara perlahan-lahan dalam jangka waktu tertentu.

Semakin lama perendaman maka akan semakin banyak larutan yang dapat berpenetrasi ke ruang mikroporositas.² Menurut Amalia dkk¹ menyatakan bahwa kekuatan basis gigi tiruan yang lama terpapar larutan asam dapat mengalami penurunan kekuatan fleksural. Penurunan kekuatan fleksural menunjukkan semakin lemahnya bahan basis gigi tiruan dalam menahan gaya pengunyahan dan fraktur basis gigi tiruan nilon termoplastik. Pengaruh asam inilah yang dapat memengaruhi kekuatan fleksural pada bahan basis gigi tiruan nilon termoplastik.¹ Penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan pengaruh perendaman yang signifikan terhadap kekuatan fleksural antara kelompok *val-clean* (B) dengan kelompok akuades (C) dan kelompok *val-clean* (E) dengan kelompok akuades (F).

Perendaman alkalin peroksida hanya efektif terhadap mikroorganisme terutama *Candida albicans* sedangkan akuades merupakan larutan yang terdiri dari H_2O yang mengandung ion H^+ dan OH^- yang seimbang dan bersifat netral.¹² Larutan tersebut diserap melalui proses difusi ke dalam poliamida yang mengakibatkan peningkatan kekuatan fleksural yang paling rendah. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Paranhos menekankan bahwa

penggunaan pembersih kimia secara adekuat tidak menyebabkan perubahan kekuatan fleksural bahan basis gigi tiruan. Menurut penelitian Awing MM dan Koyama AT *et al*⁵, tidak ada perubahan pada kekuatan fleksural resin akrilik polimerisasi panas karena adanya *cross-linking* yang resisten terhadap desinfektan dan mencegah perubahan kekuatan fleksural. Menurut Chintya dalam Awing dkk⁵, menyatakan bahwa perendaman alkalin peroksida dan akuades selama 30 menit dan 8 jam tidak terdapat pengaruh terjadinya penurunan kekuatan transversal.

SIMPULAN

Perendaman cuka sari apel tidak disarankan untuk bahan pembersih basis gigi tiruan nilon termoplastik karena dapat menyebabkan perubahan warna dan dapat menurunkan kekuatan fleksural.

DAFTAR PUSTAKA

1. Amalia A, Mozartha M, Trisnawaty. Pengaruh lama pemaparan cuka pempek terhadap kekuatan fleksural basis gigi tiruan nilon termoplastik. Proceeding Aceh Syiah Kuala-Dental Meeting Iii (Asyiah-DM III) PSKG FK UNSYIAH; Banda Aceh. 2013; h. 98-103.
2. Sundari I, Sofya PA, Hanafia M. Studi kekuatan fleksural antara resin akrilik polimerisasi panas heat cured dan termoplastik nilon setelah direndam dalam minuman kopi ulee kareng (cofffea robusta). J Syiah Kuala Dent Soc 2016; 1(1): 51-58.
3. Hafid IS, Sudibyo, Harniati ED. Kekuatan transversal termoplastik nilon pasca perendaman teh, kopi, dan minuman isotonik. Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus. Semarang, 2018: 12-19.
4. Kohli S, Bhatia S. Flexsural properties of polyamide versus injection-molded polymethylmethacrylate denture base material. J Prosthodontics 2013; 1(3): 56-60. DOI: [10.4103/2347-4610.119792](https://doi.org/10.4103/2347-4610.119792)
5. Awing MM, Koyama AT. Stabilitas warna basis gigi tiruan resin termoplastik nilon direndam dalam larutan pembersih gigi tiruan peroksida alkalin. J Dentofasial 2013; 12(2): 98-103.
6. Bajunaid SO, Alshahrani AS, Aldosari AA, Almojel AN, Alanazi RS, Alsulaim TM, Habib SR. Patients'

satisfaction and oral health-related quality of life of edentulous patients using conventional complete dentures and implant-retained overdentures in saudi arabia. *Int J Environmental Res Pub Health.* 2022; 19(1):557. DOI: [10.3390/ijerph19010557](https://doi.org/10.3390/ijerph19010557).

7. Naini A. Perbedaan stabilitas warna bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas dengan resin nilon termoplastik terhadap penyerapan cairan. *J K G Unej* 2012; 9(1): 28-32.
8. Diansari V, Rahmayani L, Asraf N. Pengaruh durasi perendaman resin akrilik polimerisasi panas dengan resin nilon termoplastik terhadap penyerapan cairan. *J K G Unej* 2012; 9(1): 28-32.
9. Diansari V, Rahmayani L, Asraf N. Pengaruh durasi perendaman resin akrilik polimerisasi panas dengan resin nilon termoplastik terhadap penyerapan cairan. *J K G Unej* 2012; 9(1): 28-32.
10. Diansari V, Rahmayani L, Asraf N. Pengaruh durasi perendaman resin akrilik polimerisasi panas dengan resin nilon termoplastik terhadap penyerapan cairan. *J K G Unej* 2012; 9(1): 28-32.
11. Diansari V, Rahmayani L, Asraf N. Pengaruh durasi perendaman resin akrilik polimerisasi panas dengan resin nilon termoplastik terhadap penyerapan cairan. *J K G Unej* 2012; 9(1): 28-32.
12. Diansari V, Rahmayani L, Asraf N. Pengaruh durasi perendaman resin akrilik polimerisasi panas dengan resin nilon termoplastik terhadap penyerapan cairan. *J K G Unej* 2012; 9(1): 28-32.
13. Diansari V, Rahmayani L, Asraf N. Pengaruh durasi perendaman resin akrilik polimerisasi panas dengan resin nilon termoplastik terhadap penyerapan cairan. *J K G Unej* 2012; 9(1): 28-32.
14. Diansari V, Rahmayani L, Asraf N. Pengaruh durasi perendaman resin akrilik polimerisasi panas dengan resin nilon termoplastik terhadap penyerapan cairan. *J K G Unej* 2012; 9(1): 28-32.
15. Diansari V, Rahmayani L, Asraf N. Pengaruh durasi perendaman resin akrilik polimerisasi panas dengan resin nilon termoplastik terhadap penyerapan cairan. *J K G Unej* 2012; 9(1): 28-32.
16. Diansari V, Rahmayani L, Asraf N. Pengaruh durasi perendaman resin akrilik polimerisasi panas dengan resin nilon termoplastik terhadap penyerapan cairan. *J K G Unej* 2012; 9(1): 28-32.
17. Neppelenbroek K. Evaluation of two alternative methods for disinfection of toothbrushes and tongue scrapers. *Int J Dent Hygiene.* 9(4): 279-83. DOI: [10.1111/j.1601-5037.2011.00503.x](https://doi.org/10.1111/j.1601-5037.2011.00503.x)
18. Polychronakis NC, Polyzois GL, Lagouvardos PE, Papadopoulos D. Effects Of Cleansing Method On 3-D Surface Roughness, Gloss And Color Of A Polyamide Denture Base Materials. *Acta Odontologica Scandinavica* 2014; 1(1): 1-11. DOI: [10.3109/00016357.2014.967720](https://doi.org/10.3109/00016357.2014.967720).
19. Zulkarnain M, Jefferson Daniel B. Pengaruh Perendaman Basis Gigi Tiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas Dalam Larutan Sodium Hipoklorit Dan Vinegar Cuka Putih Terhadap Kekasaran Permukaan Dan Stabilitas Warna. *JMKG* 2014; 3(1): 22-32.
20. Wahyuni S, Chairunnisa R. Pengaruh minuman teh pada pemakai basis gigi tiruan nilon termoplastik terhadap penyerapan air dan stabilitas warna. *J Ked Gigi Univ Padj.* 2020; 32(1): 66-71. DOI: [10.24198/jkg.v32i1.26371](https://doi.org/10.24198/jkg.v32i1.26371)
21. Hafid IS, Sudibyo, Harniati ED. Kekuatan Transversal Termoplastik Nilon Pasca Perendaman Teh, Kopi, Dan Minuman Isotonik. Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus. Semarang, 2018; h. 12-19.
22. Kohli S, Bhatia S. Polyamides In Dentistry. *Int J Sci Stud.* 2013; 1(1): 20-25.
23. Shah VR, Et Al. Evaluation Of Flexural Strength And Color Stability Of Different Denture Base Materials Including Flexible Material After Using Different Denture Cleansers. *The Journal Of Indian Prosthodontic Society* 2015;15(4): 367-373. DOI: [10.4103/0972-4052.164908](https://doi.org/10.4103/0972-4052.164908)
24. Hemmati MA, Vafaee F, Allahbakhshi H. Watersorption and flexura strength of thermoplastic and conventional heat-polymerized acrylic resin. *J Dent* 2015; 12(7): 478-484.
25. Suguh BP, Yogiartono M. Perubahan kekuatan impak resin akrilik polimerisasi panas dalam perendaman larutan cuka apel. *J Dentofasial* 2011; 9(1): 13-20.
26. De Castro RD, Mota ACLG, Lima EO, Batista AUD, Oliveira J, Cavalcanti AL. Use of alkohol vinegar in the inhibition of candida spp. And its effect on the physical properties of acrylic resins. *BMC Oral Health* 2015; 15(52): 1-7. DOI: [10.1186/s12903-015-0035-5](https://doi.org/10.1186/s12903-015-0035-5)