

**PERUBAHAN *COMPRESSIVE STRENGTH* TI-6AL-4V
PADA PERENDAMAN *ARTIFICIAL SALIVA* PH 6.5
DAN PERLAKUAN DINAMIS**

SKRIPSI



Oleh :

ADINDA PUTRI SALSABILA

NIM. 021911133054

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

**PERUBAHAN *COMPRESSIVE STRENGTH* TI-6AL-4V
PADA PERENDAMAN *ARTIFICIAL SALIVA* PH 6.5
DAN PERLAKUAN DINAMIS**

SKRIPSI



Oleh :

ADINDA PUTRI SALSABILA

NIM. 021911133054

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERUBAHAN *COMPRESSIVE STRENGTH* TI-6AL-4V
PADA PERENDAMAN *ARTIFICIAL SALIVA* PH 6.5
DAN PERLAKUAN DINAMIS**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Dokter Gigi Di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas
Airlangga Surabaya**

Oleh:

ADINDA PUTRI SALSABILA

NIM. 021911133054

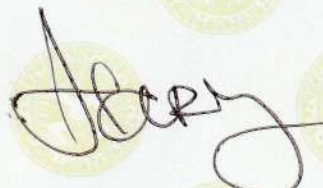
Menyetujui

Pembimbing Utama



**Maretaningtias Dwi Ariani, drg.,
M.Kes., Ph.D., Sp.Pro.
NIP. 198003172005012001**

Pembimbing Serta



**Harly Prabowo, drg., M.Sc.,
Ph.D., Sp.Pro.
NIP. 196207281992031001**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

PENETAPAN PANITIA PENGUJI SKRIPSI

Skripsi ini telah diuji pada tanggal 14 Desember 2022

PANITIA PENGUJI SKIRPSI

- 1. Prof. Dr. Utari Kresnoadi, drg., MS., Sp.Pros(K)**
(Ketua Penguji)
- 2. Maretaningtias Dwi Ariani, drg., M.Kes., Ph.D., Sp.Pros**
(Sekretaris Penguji / Pembimbing Utama)
- 3. Harly Prabowo, drg., M.Sc., Ph.D.,Sp.Pros**
(Anggota Penguji / Pembimbing Serta)
- 4. Agus Dahlan, drg., M.Kes., Sp.Pros(K)**
(Anggota Penguji)
- 5. Karina Mundiratri, drg., Sp.Pros**
(Anggota Penguji)

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Adinda Putri Salsabila
NIM : 021911133054
Program Studi : Pendidikan Dokter Gigi
Fakultas : Kedokteran Gigi
Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul:

“Perubahan *Compressive Strength* Ti-6Al-4V Pada
Perendaman *Artificial Saliva* pH 6.5 dan Perlakuan Dinamis”

Apabila pada suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 14 Desember 2022



Adinda Putri Salsabila

NIM 021911133054

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kehadiran Allah Yang Maha Esa, atas segala berkat yang diberikan sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Perubahan *Compressive Strength* Ti-6Al-4V Pada Perendaman *Artificial Saliva* pH 6.5 dan Perlakuan Dinamis”** dengan baik. Izinkan saya menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Agung Sosiawan, drg., M. Kes. M.H selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga yang telah memberi kesempatan untuk menempuh pendidikan Strata 1 di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.
2. Prof. Dr. Nike Hendrijantini, drg., M.Kes., Sp.Pros(K). selaku Ketua Departemen yang telah memberi izin untuk pembuatan skripsi.
3. Maretaningtias Dwi Ariani, drg., M.Kes., Ph.D., Sp.Pros selaku pembimbing utama yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta berbagi ilmu dari pembuatan proposal hingga skripsi.
4. Harly Prabowo, drg., M.Sc., Ph.D., Sp.Pros. selaku pembimbing serta yang selalu memberi tambahan ilmu dan evaluasi dari pembuatan proposal hingga skripsi.
5. Seluruh dosen penguji yang telah membimbing, menuntun, dan memberikan ilmu selama penyusunan skripsi ini.
6. Sugeng Supriadi, S.T.,M.S.Eng.,Ph.D dan Rizki Aldila Umas,S.T. selaku fasilitator yang telah membantu penulis melaksanakan pengujian di laboratorium Teknik Mesin Universitas Indonesia.
7. Kedua orang tua penulis, Drs.Sriyono, ME dan Aniek Sumardijani, SE, serta

kedua kakak saya Mandala Anugerahwan Firstanto dan Hanif Dian Firmansyah yang telah memberikan doa serta dukungan yang tanpa henti dalam penyelesaian skripsi ini.

8. Semua pihak yang membantu yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karenanya kritik dan saran yang membangun akan selalu penulis harapkan. Semoga skripsi ini memberikan manfaat dan kontribusi dalam perkembangan ilmu pengetahuan, masyarakat, bangsa dan negara.

Surabaya, 14 Desember 2022

Penulis

RINGKASAN

Seiring perkembangan, material implan gigi telah menjadi salah satu alternatif perawatan dengan tingkat keberhasilan yang mencapai 90% dalam mengembalikan fungsi, anatomi, maupun estetik akibat kehilangan gigi. Salah satunya yaitu Ti-6Al-4V yang banyak digunakan karena kelebihanannya seperti *mechanical properties* yang baik dan *fatigue strength* yang tinggi. Dalam rongga mulut, kondisi pH saliva dapat berubah karena berbagai faktor, sehingga mempengaruhi daya tahan implan gigi yang diaplikasikan. Namun, kegagalan pada implan gigi juga cukup sering terjadi walaupun dalam beberapa sumber melaporkan bahwa *failure rate* pada implan kurang dari 10%.

Dalam rongga mulut, terdapat berbagai faktor yang dapat mempengaruhi perubahan derajat pH saliva. Perubahan derajat pH rongga mulut dapat mempengaruhi daya tahan dari logam implan. Penggunaan *artificial saliva* yaitu sebagai pengganti fungsi saliva pada rongga mulut yang dapat berperan sebagai larutan *buffer*, dan melembabkan jaringan rongga mulut. Selain itu, pH 6.5 ini dapat diasumsikan sebagai gambaran lingkungan rongga mulut dalam kondisi optimum yang dapat menghambat proses demineralisasi. Namun, pada rentang pH optimum 6.5 – 7.5 juga terdapat pertumbuhan bakteri pada saliva.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perubahan *compressive strenght* Ti-6Al-4V setelah dilakukan uji perendaman dengan artificial saliva pH 6.5 dan perlakuan dinamis.

Metode: Penelitian ini menggunakan analitik eksperimental laboratorium dengan subjek berjumlah 27 sampel implan Ti-6Al-4V dalam 3 kelompok sampel

yaitu tanpa perlakuan, larutan aquades, dan *artificial saliva* pH 6.5 dengan setiap kelompok terdiri dari 9 sampel implan. Pada kelompok kontrol positif, sampel tidak dilakukan pengujian sementara kelompok kontrol negatif, sampel direndam pada aquades dan diberi perlakuan dinamis. Sampel pada kelompok perlakuan direndam pada *artificial saliva* pH 6.5 disertai uji dinamis sesuai dengan standar ISO 14801. Pengujian dinamis ini menggunakan pembebanan 50 N, frekuensi 12Hz, dan siklus *loading* sebesar 2 juta kali perlakuan. Selanjutnya, ketiga kelompok sampel tersebut kemudian dilakukan uji kompresi.

Hasil dari penelitian ini adalah pengujian dinamik dengan pembebanan 50 N, siklus *loading* sebesar 2 juta perlakuan serta frekuensi 12 Hz yang dilakukan bersamaan dengan uji perendaman pada *artificial saliva* pH 6.5 tidak berpengaruh secara signifikan terhadap *compressive strength* dari masing-masing kelompok sampel implan Ti-6Al-4V. Hal ini dijelaskan lebih lanjut dari hasil analisis data menggunakan *One-Way ANOVA* memiliki nilai $\text{sig.} < 0.05$. Hal ini menunjukkan rata-rata nilai maksimum kompresi $T1 < T3 < T2$ dan tidak terdapat perbedaan signifikan ($p > 0.05$) antara setiap kelompok.

Kesimpulan penelitian ini yaitu terdapat perubahan *compressive strength* yang tidak signifikan pada Ti-6Al-4V setelah dilakukan uji perendaman dengan *artificial saliva* pH 6.5 dan perlakuan dinamis.

ABSTRACT**THE EFFECT OF COMPRESSIVE STRENGTH TI-6AL-4V IN ARTIFICIAL SALIVA PH 6.5 IMMERSION AND DYNAMIC PRESSURE TREATMENT**

Background: Dental implant materials have been developed over time and become an alternative to dental treatment. One of the materials, Ti-6Al-4V, is widely used. The pH saliva in the oral cavity can change due to various factors, thereby affecting the implants durability. This research was conducted to determine the durability of Ti-6Al-4V implants based on their effect on the oral environment. **Objective:** To analyze change of compressive strength of Ti-6Al-4V in artificial saliva pH 6.5 and dynamic stress treatment. **Material and Methods:** Laboratory experimental and analytic research was conducted with 27 Ti-6Al-4V implant samples, which were classified into 3 groups, each consisting of 9 samples, including those with no treatment, aquades solution, and artificial saliva with pH of 6.5. In the negative control group, the samples were treated dynamically, while the samples in the positive control group were not treated. Samples from the treatment group were subjected to a dynamic test in accordance with ISO 14801 standards while being immersed in artificial saliva with pH of 6.5. Thereafter, a compression test was conducted on each groups. A one-way ANOVA test was used to analyze the comparison of the results. **Results:** The results of data analysis using One-Way ANOVA found a significance value of less than 0.05 (Sig<0.05). This shows that there is no significant difference between each group and the average maximum compression value was $T1 < T3 < T2$. **Conclusion:** There were no significant changes in compressive strength of Ti-6Al-4V after immersion test with artificial saliva pH 6.5 and dynamic treatment.

Keywords: Ti-6Al-4V, Artificial saliva, Immersion test, Compressive strength, Dynamic pressure treatment

ABSTRAK

**PERUBAHAN *COMPRESSIVE STRENGTH* TI-6Al-4V PADA
PERENDAMAN *ARTIFICIAL SALIVA* PH 6.5
DAN PERLAKUAN DINAMIS**

Latar Belakang: Seiring perkembangan, material implan gigi terus dikembangkan dan menjadi alternatif perawatan gigi dengan salah satu material yaitu Ti-6Al-4V yang banyak digunakan. Dalam rongga mulut, kondisi pH saliva dapat berubah karena berbagai faktor, sehingga mempengaruhi daya tahan implan gigi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui daya tahan implan Ti-6Al-4V berdasarkan pengaruhnya terhadap lingkungan rongga mulut. **Tujuan:** Mengetahui perubahan *compressive strenght* Ti-6Al-4V setelah dilakukan uji perendaman dengan artificial saliva pH 6.5 dan perlakuan dinamis. **Bahan dan Metode Penelitian:** Penelitian analitik eksperimental laboratorium dengan subjek berjumlah 27 sampel implan Ti-6Al-4V dalam 3 kelompok sampel yaitu tanpa perlakuan, larutan aquades, dan *artificial saliva* pH 6.5 dengan setiap kelompok terdiri dari 9 sampel implan. Pada kelompok kontrol positif, sampel tidak dilakukan pengujian sementara kelompok kontrol negatif, sampel direndam pada aquades dan diberi perlakuan dinamis. Sampel pada kelompok perlakuan direndam pada saliva buatan pH 6.5 disertai uji dinamis sesuai dengan standar ISO 14801. Ketiga kelompok sampel tersebut kemudian dilakukan uji kompresi. Perbandingan hasil perlakuan dianalisis dengan uji *one-way* ANOVA. **Hasil:** Hasil analisis data menggunakan *One-Way ANOVA* memiliki nilai $\text{sig.} < 0.05$. Hal ini menunjukkan rata-rata nilai maksimum kompresi $T1 < T3 < T2$ dan tidak terdapat perbedaan signifikan ($p > 0.05$) antara setiap kelompok. **Kesimpulan:** Terdapat perubahan *compressive strenght* yang tidak signifikan pada Ti-6Al-4V setelah dilakukan uji perendaman dengan *artificial saliva* pH 6.5 dan perlakuan dinamis.

Kata Kunci: Ti-6Al-4V, *Artificial saliva*, Uji Perendaman, *Compressive strength*, Perlakuan dinamis

DAFTAR ISI

Sampul Depan.....	
Sampul Dalam.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PENETAPAN PANITIA PENGUJI SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
RINGKASAN.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	x
ABSTRAK.....	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.3.1. Tujuan Umum.....	5
1.3.2. Tujuan Khusus	5
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.4.1. Manfaat Teoritis.....	6
1.4.2. Manfaat Praktis.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	1
2.1 Implan Gigi	1
2.1.1 Struktur Implan	1
2.1.2 Desain Implan	9
2.1.3 Biomaterial Implan	10
2.2 Titanium Implan Gigi	12
2.3 <i>Titanium Grade 5 (Ti-6Al-4V)</i>	13
2.4 <i>Mechanical Properties</i> Implan	15
2.4.1 <i>Compressive Strength</i>	15

2.4.2	Uji Dinamis	16
2.4.3	Uji Tekan	18
2.5	Kekasaran Permukaan Implan	18
2.6	Porositas Permukaan Implan.....	20
2.6.1	Hubungan Porositas dengan <i>Mechanical Properties</i>	20
2.7	Fatigue dan Fraktur Implan.....	21
2.7.1	Fatigue Implan Gigi	21
2.7.2	Fraktur Implan Gigi	22
2.8	Uji Perendaman (<i>Immersion Test</i>)	22
2.9	Saliva.....	23
2.9.1	Komposisi Saliva	23
2.9.2	pH Saliva.....	24
2.9.3	Laju Aliran Saliva	24
2.9.4	Cara Pengukuran pH Saliva	25
2.10	<i>Artificial Saliva</i>	26
BAB III KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN		28
3.1	Kerangka Konseptual Penelitian.....	28
3.2	Keterangan Kerangka Konseptual Penelitian	28
3.3	Hipotesis Penelitian	29
BAB IV METODE PENELITIAN		30
4.1	Jenis Penelitian.....	30
4.2	Desain Penelitian	30
4.3	Sampel.....	31
4.3.1	Pembagian Kelompok Sampel.....	31
4.3.2	Besar Sampel	32
4.3.3	Teknik Pengambilan Sampel	32
4.3.4	Kriteria Sampel	33
4.4	Variabel Penelitian.....	33
4.4.1	Variabel Bebas	33
4.4.2	Variabel Terikat	33
4.4.3	Variabel Terkendali	33
4.5	Definisi Operasional	33

4.6	Lokasi dan Waktu Penelitian	35
4.6.1	Lokasi Penelitian.....	35
4.6.2	Waktu Penelitian.....	35
4.7	Alat dan Bahan.....	35
4.7.1	Alat Penelitian.....	35
4.7.2	Bahan Penelitian	35
4.8	Prosedur Penelitian	36
4.8.1	Perakitan Spesimen Titanium Rod (Ti-6Al-4V).....	36
4.8.2	Perlakuan <i>Immersion Test</i> Pada Implan.....	37
4.8.3	Persiapan <i>Dynamic Fatigue Testing Machine</i>	37
4.8.4	Pemberian Perlakuan Tekanan Dinamis	38
4.8.5	Pemberian Perlakuan Uji Tekan	38
4.9	Alur Penelitian	39
4.10	Pengolahan dan Analisis Data	39
BAB V HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA		42
5.1	Data Penelitian	42
5.2	Analisis Hasil Penelitian	45
BAB VI PEMBAHASAN		50
BAB VII SIMPULAN DAN SARAN		55
7.1	Kesimpulan	55
7.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN		66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur dental implan	9
Gambar 2.2 Gaya yang dihasilkan Implan	10
Gambar 2.3 Set up sesuai standar ISO 14801 untuk pengujian dinamis pada implant gigi	17
Gambar 2.4 Gambaran <i>Scanning Electron Microscopy</i> pada implan titanium <i>machined surface</i>	19
Gambar 2.5 Gambaran khas yang diamati dengan SEM pada permukaan Implan Ti-6Al-4V yang fraktur akibat fatigue	21
Gambar 5.1 Implan yang dirakit dengan <i>brass-rod</i> dan <i>hemisphere</i> sebelum dilakukan pengujian lebih lanjut	42
Gambar 5.2 Proses perendaman dengan <i>artificial saliva</i> pH 6.5 dan perlakuan dinamis menggunakan standar ISO 14801 dengan jumlah siklus beban sebanyak 2 juta kali perlakuan	42
Gambar 5.3 Proses uji tekan pada implan Ti-6Al-4V menggunakan <i>universal</i> <i>testing machine Hung Ta</i> Tipe HT-9501	43
Gambar 5.4 Grafik rata-rata nilai kompresi maksimum dan nilai standar deviasi	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi material implan gigi (Arsista dan Eriwati, 2018).	11
Tabel 2.2 Perbandingan komposisi material titanium grade 1-4 dan Ti-6Al-4V..	13
Tabel 2.3 Mechanical Properties dari Ti-6Al-4V (Osman & Swain, 2015).	14
Tabel 5.1 Data Penelitian	43
Tabel 5.2 Analisis Deskriptif	44
Tabel 5.3 Uji Normalitas	45
Tabel 5.4 Uji Homogenitas Variansi	46
Tabel 5.5 Uji <i>One-Way</i> ANOVA	47
Tabel 5.6 Pengujian <i>Multiple Comparisons</i> pada Tukey HSD	48
Tabel 5.7 Pengujian <i>Homogenous Subsets</i> pada Tukey HSD	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian	66
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian.....	66
Lampiran 3. Analisis Statistik.....	67
Lampiran 4. Hasil Uji SEM	69

DAFTAR SINGKATAN

μm	: Mikrometer
ADA	: <i>American Dental Assosiation</i>
Al	: Aluminium
GPa	: <i>Gigapascal</i>
Hz	: Hertz
ISO	: <i>International Organization for Standardization</i>
N	: <i>Newton</i>
pH	: <i>potential of Hydrogen</i>
SEM	: <i>Scanning Electron Microscope</i>
Ti	: Titaninium
V	: Vanadium