

**PERUBAHAN *COMPRESSIVE STRENGTH* Ti-6Al-4V
SETELAH UJI PERENDAMAN DENGAN *ARTIFICIAL*
SALIVA pH 8.0 DAN PEMBERIAN UJI DINAMIS**

SKRIPSI



Oleh :

FAIZAH RAHMA CAHAYANI

NIM. 021911133193

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

**PERUBAHAN *COMPRESSIVE STRENGTH* Ti-6Al-4V
SETELAH UJI PERENDAMAN DENGAN *ARTIFICIAL*
SALIVA pH 8.0 DAN PEMBERIAN UJI DINAMIS**

SKRIPSI



Oleh :

FAIZAH RAHMA CAHAYANI

NIM. 021911133193

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERUBAHAN *COMPRESSIVE STRENGTH* Ti-6Al-4V
SETELAH UJI PERENDAMAN DENGAN *ARTIFICIAL*
SALIVA pH 8.0 DAN PEMBERIAN UJI DINAMIS**

SKRIPSI

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

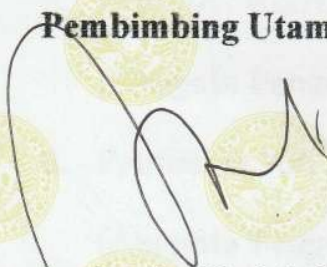
Oleh:

FAIZAH RAHMA CAHAYANI

NIM. 021911133193

Menyetujui

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Serta



**Imam Safari Azhar, drg., M.Kes.,
Sp.Prof
NIP: 198905222014041001**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

PENETAPAN PANITIA PENGUJI SKRIPSI

Skripsi ini telah diuji pada tanggal 14 Desember 2022

PANITIA PENGUJI SKRIPSI

- 1. Dr. Michael Josef Kridanto K., drg., M.Kes., Sp.Pros(K)**
(Ketua Penguji)
- 2. Maretaningtias Dwi Ariani, drg., MKes., Ph.D., Sp.Pros**
(Sekretaris Penguji/Pembimbing Utama)
- 3. Imam Safari Azhar, drg., MKes., Sp.Pros**
(Anggota Penguji/Pembimbing Serta)
- 4. Dr. Cortino Sukotjo DDS, Ph.D, MMSc**
(Anggota Penguji)
- 5. Prof. Dr. Utari Kresnadi, drg., MS., Sp.Pros(K)**
(Anggota Penguji)
- 6. Primanda Nur Rahmania, drg., Sp.Pros**
(Anggota Penguji)

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Faizah Rahma Cahayani

NIM : 021911133193

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 Setelah Uji Perendaman Dengan
Artificial Saliva pH 8.0 dan Pemberian Uji 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



FAIZAH RAHMA CAHAYANI
NIM. 021911133193

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah Puji dan syukur penulis panjatkan pada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penelitian dan skripsi yang berjudul “PERUBAHAN COMPRESSIVE STRENGTH Ti-6Al-4V PADA ARTIFICIAL SALIVA pH 8.0 DAN PEMBERIAN UJI DINAMIS” dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyadari penyusunan skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Agung Sosiawan, drg., M.Kes., SH., MH. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga yang telah memberi kesempatan untuk menempuh Pendidikan di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.
2. Prof. Dr. Nike Hendrijantini, drg., M. Kes., Sp. Pros(K). selaku Ketua Departemen Bedah Mulut dan Maksilofasial yang telah memberikan izin dalam pembuatan skripsi.
3. Maretaningtias Dwi Ariani, drg., M.Kes., Ph.D., SpPros selaku dosen pembimbing utama yang selalu memberikan bimbingan, masukan, arahan, evaluasi, koreksi serta meluangkan waktu selama penyusunan skripsi.
4. Imam Safari Azhar, drg., M.Kes., Sp.Pro Pros selaku dosen pembimbing serta yang turut memberikan bimbingan, masukan, arahan serta meluangkan waktu selama penyusunan skripsi.
5. Harly Prabowo, drg., M.Sc., Ph.D., Sp.Pro Pros selaku dosen yang memiliki pohon penelitian dan telah membantu dalam memberikan saran, bimbingan, dan arahan.

6. Ayah dan Ibu penulis, Wiratno dan Rina Handayani, Kakak Andhika Rakha Wira Laksito, serta Eyang Sumarti Siswandono yang telah memberikan semangat, doa dan dukungan yang tiada henti dalam segala hal.
7. 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.
8. Caeleb Fabrizio Sudarsono yang telah banyak menemani dan memberi dukungan selama pembuatan skripsi.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih membutuhkan penyempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 06 Desember 2022

Penulis

ABSTRACT**CHANGES IN Ti-6Al-4V COMPRESSIVE STRENGTH AFTER IMMERSION TESTING WITH ARTIFICIAL SALIVA AT pH 8.0 AND GIVEN DYNAMIC TESTING**

Background: Dental implants are an alternative dental treatment that has been developed with one of the chosen materials, called Ti-6Al-4V. The pH environment in the oral cavity is expected not to affect the Ti-6Al-4V implant's durability. **Purpose:** To analyze the change in compressive strength of the Ti-6Al-4V implant after dynamic and immersion tests with artificial saliva at pH 8.0. **Material and Methods:** Laboratory experimental and analytic research was conducted with 27 Ti-6Al-4V implant samples, which were classified into 3 groups as research subjects. Each group consists of 9 samples, including those with no treatment, aquades solution, and artificial saliva with a pH of 8.0. In the negative control group, the samples were treated dynamically in accordance with the ISO 14801 standard, 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 a pH of 8.0. Thereafter, a compression test was conducted on the three sample groups. A one-way ANOVA test was used to analyze the comparison of treatment results. **Results:** The immersed Ti-6Al-4V implant in artificial saliva and dynamic testing with a stress of 50 N, 2 million load cycles, and a frequency of 12 Hz do not significantly impact the compressive strength of each Ti-6Al-4V sample. **Conclusion:** The dynamic treatment along with the immersion test on artificial saliva at pH of 8.0 seemed to have no effect on the compressive strength of each sample.

Keywords: Ti-6Al-4V, artificial saliva, dynamic test, compressive strength

ABSTRAK

**PERUBAHAN *COMPRESSIVE STRENGTH* Ti-6Al-4V SETELAH UJI
PERENDAMAN DENGAN *ARTIFICIAL SALIVA* pH 8.0 DAN
PEMBERIAN UJI DINAMIS**

Latar Belakang: Implan gigi merupakan alternatif perawatan gigi yang telah dikembangkan dengan salah satu bahan pilihan berupa Ti-6Al-4V. Derajat pH dalam rongga mulut diharapkan tidak memengaruhi daya tahan suatu logam implan Ti-6Al-4V. **Tujuan:** Mengetahui perubahan *compressive strength* Ti-6Al-4V pasca perlakuan dinamis dan perendaman dengan saliva buatan pH 8.0. **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 saliva buatan pH 8.0 dengan masing-masing kelompok sampel 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 sesuai dengan standar ISO 14801. Sampel pada kelompok perlakuan direndam pada saliva buatan pH 8.0 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:** Pengujian dinamik dengan pembebanan 50 N, siklus loading sebesar 2 juta perlakuan serta frekuensi 12 Hz yang dilakukan bersamaan dengan uji perendaman pada saliva buatan pH 8.0 tidak berpengaruh secara signifikan terhadap *compressive strength* dari masing-masing kelompok sampel implan Ti-6Al-4V. **Kesimpulan:** Uji perendaman pada saliva buatan pH 8.0 beserta perlakuan dinamis tidak memengaruhi perubahan *compressive strength* Ti-6Al-4V.

Kata Kunci: Ti-6Al-4V, saliva buatan, uji dinamik, *compressive strength*

RINGKASAN

Seiring dengan berkembangnya macam perawatan untuk kasus kehilangan gigi, implan menjadi salah satu pilihan perawatan dengan berbagai keuntungan yang dimiliki. Pemasangan implan sebagai pengganti gigi yang ditanamkan secara invasif ke dalam tulang alveolar rahang tentunya memerlukan pemilihan material yang biokompatibel. Titanium merupakan salah satu jenis logam yang memiliki sifat biologis dan mekanis yang baik sehingga dapat digunakan sebagai material dalam perawatan di kedokteran gigi.

Selain penggunaan titanium murni sebagai bahan pembuatan implan gigi, telah dikembangkan secara lebih lanjut penggunaan jenis logam campur titanium berupa Ti-6Al-4V yang terdiri atas titanium (90%), aluminium (6%), dan vanadium (4%). Ti-6Al-4V dirancang sebagai bahan yang memberikan keseimbangan secara kekuatan, *ductility*, *fatigue*, dan *fracture properties* yang baik.

Prognosis dari kekuatan mekanik suatu implan dipengaruhi oleh kondisi beban selama proses mastikasi dan durasi pemakaian implan. Hal ini berhubungan secara langsung dengan jumlah beban yang diterima oleh implan gigi. Beban pengunyahan dengan intensitas yang berbeda dapat menyebabkan kegagalan secara struktural oleh karena adanya *fatigue* pada material implan. Kegagalan yang terjadi dapat berpengaruh pada daerah *abutment* implan tergantung dari distribusi *load case* yang diterima. *Abutment* implan yang tidak stabil dapat menyebabkan kebocoran antarmuka di sekitar daerah tersebut sehingga memungkinkan terjadinya *crestal bone loss* atau peri-implantitis. Hal ini diimplementasikan dalam penelitian dengan dilakukannya uji dinamis menggunakan standar ISO 14801. Pemberian uji

dinamis tersebut dilakukan secara bersamaan dengan uji perendaman menggunakan *artificial saliva* pH 8.0 sebagai asumsi basa lingkungan rongga mulut.

Salah satu jenis beban yang dihasilkan selama proses mastikasi adalah gaya tekan (*compressive*). *Compressive strength* merupakan tegangan tekan yang diterima secara maksimal, dengan syarat berada di bawah beban yang diberikan untuk meminimalisir terjadinya fraktur atau kegagalan material secara sepenuhnya. Pemakaian implan dalam rongga mulut harus mampu menahan jenis gaya tersebut, sehingga pada penelitian ini dilakukan evaluasi daya tahan beban yang terlibat untuk menentukan beban maksimum yang dapat ditanggung sebelum terjadinya fraktur dengan menggunakan uji tekan (*compressive test*).

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian analitik eksperimental laboratorium dengan tujuan mengetahui perubahan *compressive strength* pada implan Ti-6Al-4V setelah dilakukan pengujian pada setiap kelompok sampel. Uji perendaman bertujuan untuk mengetahui ketahanan sampel yang terpapar pada lingkungan yang disesuaikan selama pengujian, uji dinamis diberikan sesuai standar ISO 14801 dengan pembebanan sebesar 50N dan siklus *loading* sebesar 2 juta perlakuan, serta frekuensi 12 Hz. Uji dinamis bertujuan untuk mengetahui tingkat ketahanan implan selama terpapar beban kunyah di rongga mulut, sedangkan uji tekan diterapkan untuk menentukan beban maksimum yang dapat ditanggung sampel implan Ti-6Al-4V.

Subjek dalam penelitian ini berjumlah 27 sampel implan Ti-6Al-4V yang dibagi ke dalam 3 kelompok sampel yang meliputi, tanpa perlakuan, larutan aquades, dan saliva buatan pH 8.0. Pada kelompok kontrol positif, sampel tidak dilakukan pengujian sementara kelompok kontrol negatif, sampel direndam pada

aquades dan diberi perlakuan dinamis sesuai dengan standar ISO 14801. Sampel pada kelompok perlakuan direndam pada saliva buatan pH 8.0 disertai uji dinamis sesuai dengan standar ISO 14801. Kemudian dilakukan uji tekan untuk mendapatkan hasil maksimum kompresi. Setelah meninjau hasil maksimum kompresi, data dianalisis secara statistik dengan menggunakan uji *Saphiro Wilk*, *Levene Test*, *One-Way ANOVA*, dan uji lanjutan berupa Tukey HSD.

Hasil dari penelitian ini setelah sampel direndam dan diberi uji dinamis dengan standar ISO 14801 berupa pembenanan sebesar 50N, siklus loading sebesar 2 juta perlakuan serta frekuensi 12 Hz tidak berpengaruh secara signifikan terhadap *compressive strength* dari masing-masing kelompok sampel implan Ti-6Al-4V.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah tidak terdapat perubahan *compressive strength* Ti-6Al-4V setelah masing-masing kelompok sampel diuji dengan direndam dan diberi uji dinamis.

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PENETAPAN PANITIA PENGUJI SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
<i>ABSTRACT</i>	viii
ABSTRAK	ix
RINGKASAN	x
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR DIAGRAM	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR SINGKATAN	xx
 BAB 1	 1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan	6
1.3.1 Tujuan Umum	6
1.3.2 Tujuan Khusus	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.4.1 Manfaat Ilmiah	7
1.4.2 Manfaat klinis	7
 BAB 2	 8
TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Implan kedokteran gigi	8
2.1.1 Struktur Desain Implan Gigi	8
2.1.2 Komponen Implan	10
2.1.3 Biomaterial Implan Gigi	11
2.2 Titanium implan gigi	13
2.2.1 Ti-6Al-4V	14

2.2.2 Struktur Morfologi Molekuler Ti-6Al-4V	14
2.3 <i>Mechanical properties</i> implan	17
2.3.1 <i>Compressive Strength</i>	18
2.3.2 Uji Tekan (<i>Compression Test</i>)	18
2.3.3 Hubungan porositas dan <i>mechanical properties</i>	18
2.4 <i>Fatigue</i> dan fraktur	20
2.4.1 <i>Fatigue</i> implan	20
2.4.2 Fraktur (<i>Fracture Resistance</i>)	21
2.4.3 Uji Dinamis (<i>Dynamic Test</i>)	21
2.5 <i>Surface properties</i> implan	24
2.5.1 Kekasaran permukaan	24
2.6 Saliva	25
2.6.1 Komposisi saliva	25
2.6.2 pH saliva	25
2.6.3 Laju aliran saliva	26
2.6.4 Cara pengukuran pH saliva	26
2.7 <i>Artificial Saliva</i> atau Saliva Buatan	27
2.8 Metode Uji Perendaman (<i>Immersion Test</i>)	28
BAB 3	29
KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN	29
3.1 Kerangka Konseptual	29
3.2 Narasi Kerangka Konsep	30
3.3 Hipotesis	31
BAB 4	32
METODE PENELITIAN	32
4.1 Jenis Penelitian	32
4.2 Rancangan Penelitian	33
4.3 Sampel Penelitian	33
4.3.1 Bentuk dan Kriteria Sampel	33
4.3.2 Pembagian Kelompok Sampel	34
4.3.3 Teknik Pengambilan Sampel	34
4.3.4 Kriteria Sampel	34
4.4 Variabel Penelitian	34

4.4.1 Variabel Bebas	34
4.4.2 Variabel Terikat	34
4.4.3 Variabel Terkendali	35
4.5 Definisi Operasional	35
4.6 Lokasi dan Waktu Penelitian	36
4.6.1 Lokasi Penelitian	36
4.6.2 Waktu Penelitian.....	36
4.7 Alat dan Bahan	36
4.7.1 Alat Penelitian	36
4.7.2 Bahan Penelitian	37
4.8 Prosedur Penelitian	38
4.8.1 Perakitan spesimen titanium rod Ti-6Al-4V.....	38
4.8.2 Perlakuan uji perendaman (<i>immersion test</i>) pada implan.....	39
4.8.3 Persiapan <i>dynamic fatigue testing machine</i>	39
4.8.4 Pemberian perlakuan tekanan dinamis	40
4.8.5 Uji tekan.....	40
4.9 Alur Penelitian	41
4.10 Analisis Data.....	42
BAB 5	47
HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA	47
5.1 Hasil Penelitian	47
5.2 Analisis Deskriptif.....	48
5.3 Analisis Hasil Penelitian.....	50
5.3.1 Uji Normalitas Data	51
5.3.2 Uji Homogenitas Variansi	52
5.3.3 Uji One-Way ANOVA	52
5.3.4 Uji Tukey HSD	54
BAB 6	56
PEMBAHASAN	56
BAB 7	61
KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62
LAMPIRAN	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi material implan di kedokteran gigi	13
Tabel 5.1 Tabel data penelitian hasil uji kompresi.	49
Tabel 5.2 Tabel data hasil analisis deskriptif.....	50
Tabel 5.3 Data hasil uji normalitas	51
Tabel 5.4 Data hasil pengujian homogenitas variansi.....	52
Tabel 5.5 Data hasil pengujian menggunakan one-way ANOVA	53
Tabel 5.6 Pengujian multiple comparisons pada Tukey-HSD	54
Tabel 5.7 Pengujian homogenous subsets pada Tukey-HSD	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gambaran struktur mikro dari α/β paduan Ti-6Al-4V	15
Gambar 2.2	Gambaran struktur mikro optik pada Ti-6Al-4V.	16
Gambar 2.3	Struktur mikro optik dari gambaran adiabatic shear bands.....	16
Gambar 2.4	Struktur khas secara mikro dari paduan titanium $\alpha+\beta$	17
Gambar 2.5	Gambaran permukaan fraktur implan Ti-6Al-4V	20
Gambar 4.1	Universal Testing Machine Hung Ta Tipe HT-9501	37
Gambar 4.2	Dynamic Fatigue Testing Machine Hung Ta Tipe HT-9711T5.....	37
Gambar 4.3	Spesimen Ti-6Al-4V	37
Gambar 5.1	(a) Prototipe pengaturan pengujian. (b) Sampel implan.....	47
Gambar 5.2	Uji tekan pada implan Ti-6Al-4V.	47
Gambar 5.3	Proses perendaman spesimen implan Ti-6Al-4V.....	48

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 1.1 Diagram hasil rata-rata nilai maksimum kompresi (N) beserta error bars sebagai nilai standard deviation untuk setiap kelompok sampel	49
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian	70
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian.....	71
Lampiran 3. Analisis Statistik.....	72
Lampiran 3.1 Analisis Deskripsi.....	72
Lampiran 3.2 Pengujian Asumsi Normalitas	72
Lampiran 3.3 Pengujian Asumsi Homogenitas	72
Lampiran 3.4 Pengujian One-Way ANOVA	73
Lampiran 3.5 Pengujian Tukey-HSD	73
Lampiran 4. Hasil SEM (Scanning Electron Microscope)	74

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>
Ti	: Titaninium
V	: Vanadium
ASBs	: <i>Adiabatic Shear Bands</i>