

**TUGAS SARJANA
BIDANG MATERIAL**

**ANALISA KEKUATAN TEKAN BIOKOMPOSIT HIDROKSIAPATIT TULANG
SAPI DENGAN BOROSILIKAT PADA TEMPERATUR SINTERING 1000°C
SEBAGAI KANDIDAT PENGGANTI MATERIAL IMPLAN**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan

Program Strata Satu (S1) Pada Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Bung Hatta

Diajukan Oleh :

Jumatul Rizki

1910017211021



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA**

2024

**LEMBARAN PERSUTUJUAN PENGUJI
SIDANG SARJANA**

**“ANALISA KEKUATAN TEKAN BIOKOMPOSIT HIDROKSIAPATIT
TULANG SAPI DENGAN BOROSILIKAT PADA TEMPERATUR
SINTERING 1000°C SEBAGAI KANDIDAT PENGGANTI MATERIAL
IMPLAN”**

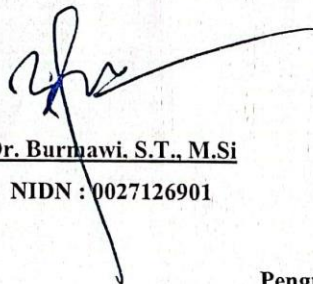
*Telah Diuji Dan Dipertahankan Pada Sidang Sarjana
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Pada
Tanggal 27 Februari 2024*

Oleh:

**Jurnatul Rizki
1910017211021**

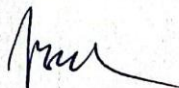
Disetujui Oleh Tim Penguji :

PEMBIMBING



Dr. Burmawi. S.T., M.Si
NIDN : 0027126901

Penguji 1,



Dr. Ir. Yovial Mahyoeddin, M.T
NIDN: 1030036801

Penguji 2,



Duskiardi, S. T., M. T
NIDN: 1021016701

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS SARJANA

ANALISA KEKUATAN TEKAN BOKOMPOSIT HIDROKSIAPATIT
TULANG SAPI DENGAN BOROSILIKAT PADA TEMPERATUR
SINTERING 1000°C SEBAGAI KANDIDAT PENGGANTI MATERIAL
IMPLAN

*Telahi Memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri
Univesritas Bung Hatta*

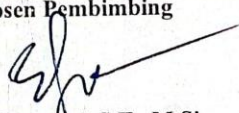
Oleh :

Jumatul Rizki

1910017211021

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing


Dr. Burmalwi, S.T., M.Si


NIDN : 0027126901

Fakultas Teknologi Industri


Program Studi Teknik Mesin

Ketua,




Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T

NIDN : 1012097403


Dr. Ir. Yovial Mahvoeddin, M.T

NIDN: 1030036801

**PERNYATAAN
KEASLIAN ISI SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jumatul Rizki

NPM : 1910017211021

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : ANALISA KEKUATAN TEKAN BIODKOMPOSIT HIDROKSIAPATIT
TULANG SAPI DENGAN BOROSILIKAT PADA TEMPERATUR
SINTERING 1000°C SEBAGAI KANDIDAT PENGGANTI MATERIAL
IMPLAN

Menyatakan bahwa dengan judul skripsi diatas adalah benar hasil karya sendiri,
Kecuali yang bereferensi dan dinyatakan sumbernya pada referensi yang tertera dalam
daftar pustaka.

Padang 27 Maret 2024

Saya yang menyatakan

Jumatul Rizki

ABSTRAK

Kerusakan pada tulang penyebabnya adalah patah tulang yang sering terjadi akibat bencana alam, kecelakaan lalu lintas, perkelahian, kecelakaan olahraga dan insiden lainnya. Sehingga perlu dikembangkan material baru sebagai bahan pengganti untuk implan tulang yang aman dan mudah untuk ditemukan. Sebagai bahan baku untuk implan tulang bisa menggunakan dari bahan material komposit, material komposit adalah salah satu bahan baru hasil rekayasa dari hasil penggabungan dua atau lebih bahan material, dimana bahan setiap material tersebut memiliki struktur kimia dan sifat fisiknya yang berbeda-beda. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan dari penggabungan material Hidroksiapatit dari tulang sapi dan borosilikat dengan variasi komposisi yang berbeda, dan dipanaskan dengan menggunakan furnace pada suhu 1000°C. Dari pengujian tekan yang telah dilakukan didapatkan kekuatan tekan maksimal dengan nilai 7,2 MPa, dari hasil pengujian terlihat dimana Pada pembentukan komposit Hidroksiapatit dengan borosilikat ini terjadi ikatan mekanik antara Hidroksiapatit dan borosilikat, Hidroksiapatit dan borosilikat akan saling mengikat dalam jumlah komposisi Hidroksiapatit lebih banyak dibandingkan dengan borosilikat. Dalam hal ini Hidroksiapatit bisa berfungsi sebagai pengikat dan borosilikat sebagai penguat.

Kata Kunci : *Material Biokomposit, Bahan Implan Tulang, Hidroksiapatit-Borosilikat, Kekuatan Tekan*

ABSTRAK

Damage to bones is caused by fractures which often occur due to natural disasters, traffic accidents, fights, sports accidents and other incidents. So it is necessary to develop new materials as replacement materials for bone implants that are safe and easy to find. As a raw material for bone implants, composite materials can be used. Composite materials are new materials that are engineered from the combination of two or more materials, where each material has a different chemical structure and physical properties. In this study, the aim was to determine the strength of combining hydroxyapatite material from beef bone and borosilicate with different composition variations, and heated using a furnace at a temperature of 1000°C. From the compression tests that have been carried out, the maximum compressive strength is obtained with a value of 7.2 MPa. From the test results it can be seen that in the formation of the Hydroxyapatite composite with borosilicate, a mechanical bond occurs between the Hydroxyapatite and the borosilicate. with borosilicate. In this case, hydroxyapatite can function as a binder and borosilicate as a reinforcement.

Keywords: Biocomposite Material, Bone Implant Material, Hydroxyapatite-Borosilicate, Compressive Strength

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah Subhanahu wata'ala. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, serta berkat petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Tugas sarjana ini merupakan pengajuan judul untuk pembuatan tugas sarjana sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin. Adapun judul dari skripsi tugas sarjana ini adalah **“ANALISA KEKUATAN TEKAN BLOK KOMPOSIT HIDROKSIAPATIT TULANG SAPI DENGAN BOROSILIKAT PADA TEMPERATUR SINTERING 1000°C SEBAGAI KANDIDAT PENGGANTI MATERIAL IMPLAN”**

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini peneliti mendapatkan banyak bantuan dan dukungan serta bimbingan dari berbagai pihak maka dari itu , penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kepada Allah SWT. Yang selalu memberikan kesehatan dan kemampuan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik moril maupun materil serta selalu menjadi penyemangat dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
3. Ibu Prof. Dr. Reni Desmiarti, M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Dr. Yovial Mahjoedin M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin & seluruh dosen Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
5. Bapak Dr. Burmawi, S.T., M.Si selaku pembimbing yang sudah memberikan arahan dan membantu penulis dalam pengerjaan dan penulisan tugas akhir ini.
6. Seluruh Tenaga Pendidikan dosen, Staff dan Karyawan Universitas Bung Hatta.
7. Rekan-rekan Jurusan Teknik Mesin Angkatan 2019 Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.

8. Terimakasih kepada semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu persatu, yang telah mendukung serta membantu saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih banyak kekurangannya, untuk itu penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang positif demi kelengkapan dan kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga laporan ini dapat bermanfaat serta dapat menambah wawasan pembaca maupun bagi penulis sendiri.

Padang, 27 Maret 2024

Penulis

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar Tulang Sapi	5
2.2 Karakteristik Tulang.....	6
2.3 Kerusakan Pada Tulang.....	7
2.4 Material Hidroksiapatit	8
2.4.1 Kolagen Tipe I.....	9
2.4.2 Pengertian Hidroksiapatit	9
2.5 Hidroksiapatit Tulang Sapi.....	10
2.5.1 Pengolahan Hidroksiapatit Tulang Sapi	10
2.5.2 Sintesis Hidroksiapatit.....	11
2.5.3 Hidroksiapatit Dalam Penyembuhan Tulang.....	12
2.6 Borosilikat	13
2.6.1 Silika.....	13
2.6.2 Boraks.....	14
2.7 Komposit.....	15
2.7.1 Definisi Komposit.....	16
2.7.2 Sifat Dan Karakteristik Komposit	17
2.8 Sintering	17
2.9 Sifat Mekanik Baha.....	18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir	21
3.2 Peralatan Dan Bahan.....	22
3.2.1 Peralatan Yang Digunakan	22

3.2.2 Alat Pengujian Yang Digunakan	24
3.2.3 Bahan Yang Digunakan	25
3.3 Prosedur Pengujian	26
3.3.1 Proses Pembuatan Spesimen.....	26
3.3.2 Pengujian Tekan.....	27
3.4 Data Pengujian Tekan.....	28
3.5 Pengolahan Data Dan Analisa Data.....	29

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Spesimen Uji Tekan	32
4.1.1 Data Spesimen Uji Tekan	32
4.1.2 Data Hasil Pengujian Tekan.....	32
4.2 Analisa Data	33
4.2.1 Perhitungan Masa Jenis Spesimen.....	33
4.2.2 Perhitungan Pengujian Tekan	35
4.3 Data Data Pengujian Tekan	35
4.4 Analisa Dan Pembahasan Uji Tekan.....	42
4.4.1 Hasil Percobaan 1	43
4.4.2 Hasil Percobaan 2	44
4.4.3 Hasil Percobaan 3	45
4.4.4 Hasil Pengujian Tekan	47
4.4.5 Data rata-rata kekuatan tekan.....	49
4.5 Pembahasan.....	50

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tulang Sapi	6
Gambar 2.2 Kerusakan Pada Tulang	8
Gambar 2.3 Serbuk Hidroksiapatit	11
Gambar 2.4 Silika	13
Gambar 2.5 Gel Silika Tidak Beraturan	14
Gambar 2.6 Boraks	15
Gambar 2.7 Mikrostruktur Lamina	16
Gambar 2.8 Proses Sintering.....	18
Gambar 2.9 Ilustri benda yang ditekan	19
Gambar 2.10 Kurva tngangan-regangan dalam uji tekan suatu spesimen	19
Gambar 2.11 Alat Uji Tekan.....	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3.2 Timbangan Digital	22
Gambar 3.3 Furnace.....	23
Gambar 3.4 Cetakan.....	23
Gambar 3.5 Ball Mill	24
Gambar 3.6 Spesimen Benda Uji.....	24
Gambar 3.7 Alat Uji Tekan.....	25
Gambar 3.8 Serbuk Hidroksiapatit	25
Gambar 3.9 Silika	26
Gambar 3.10 Boraks	26

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Grafik Kekuatan Tekan Hap-Borosilikat Dengan Percobaan Kesatu ..43	43
Grafik 4.2 Grafik Kekuatan Tekan Hap-Borosilikat Dengan Percobaan Kedua...44	44
Grafik 4.3 Grafik Kekuatan Tekan Hap-Borosilikat Dengan Percobaan Ketiga...46	46
Grafik 4.4 Kekuatan Tekan Hap-Borosilikat48	48
Grafik 4.5 Rata-rata kekuatan tekan Hap-Borosilikat.....49	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidroksiapatit merupakan bahan biokeramik yang merupakan salah satu komponen jaringan keras organisme hidup, khususnya tulang dan gigi. Hidroksiapatit memiliki struktur kristal yang mirip dengan tulang, memiliki sifat bioaktif, biokompatibel, dan bioabsorbable sehingga dapat digunakan sebagai bahan implan tulang. Sifat bioaktif tersebut menunjukkan bahwa keberadaan hidroksiapatit yang terikat pada jaringan tulang dapat memberikan respon biologis yang spesifik. Sifat biokompatibilitas menunjukkan bahwa hidroksiapatit mampu beradaptasi di dalam tubuh sehingga tidak terjadi penolakan di dalam tubuh. Sifat biodegradable menunjukkan bahwa permukaan hidroksiapatit yang berpori mampu menumbuhkan sel-sel tulang. (Fifi dkk,2020)

Dalam Aplikasi Medis, Hidroksiapatit biasanya digunakan untuk perbaikan, pencangkokan, dan penggantian tulang. Selain itu, hidroksiapatit mengikat jaringan tulang secara biologis melalui interaksi antar muka dan secara langsung melalui lapisan apatit. (Fifi dkk,2020)

Untuk mendapatkan hidroksiapatit, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan adalah pH, waktu pengadukan, suhu, dan waktu sintering. Hanya sedikit produk hidroksiapatit yang termasuk dalam mineral apatit yang saat ini banyak dikembangkan. Oleh karena itu, mengingat banyaknya permintaan untuk biomaterial ini, penelitian tentang sintesis hidroksiapatit harus dilakukan. (Fifi dkk,2020)

Ada banyak sumber hidroksiapatit yang terdapat di alam atau alam menyediakan sumber sintesis hidroksiapatit contohnya seperti cangkang kepiting batu gamping dan tulang sapi dan lain lain. Disini kita ambil dalam penelitian ini adalah tulang sapi karena tulang sapi ini memiliki sifat yang identic dengan tulang manusia di samping itu tulang sapi juga mempunyai sifat biokompabilitas atau sifat yang bisa menyatu dengan tulang manusia. (Fifi dkk,2020)

Salah satu material yang menjanjikan sebagai bahan dasar pembuatan perancah tulang adalah hidroksiapatit (HA) karena memiliki biokompatibilitas yang baik dan komposisinya menyerupai mineral penyusun tulang manusia. Selain itu, hidroksiapatit dapat dikembangkan menjadi perancah berpori sehingga dapat mempercepat proses terapi tulang karena pori-pori dalam perancah akan menjadi jalan bagi proses penetrasi sel dan distribusi nutrisi agar pertumbuhan tulang dapat berjalan

dengan baik. Tulang itu keras karena matriksnya bergradasi dan memiliki elastisitas tertentu karena adanya serat organik. (Evi dkk, 2020)

Kelemahan hidroksiapatit ini adalah merupakan material yang rapuh. Untuk meningkatkan kekuatannya perlu ditambahkan material lain sebagai penguat. Kandidat yang dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam HA adalah borosilika. Borosilika telah banyak dipelajari sebagai bahan yang dapat diterima oleh tubuh karena memiliki sifat biokompatibilitas yang baik. Borosilika adalah sebutan untuk sekelompok mineral yang terdiri dari silikon dan oksigen, dua unsur yang sangat melimpah di kerak bumi. Silika umumnya ditemukan dalam bentuk kristal dan jarang dalam keadaan amorf. Ini disebabkan oleh strukturnya yang terdiri dari satu atom silikon dan dua atom oksigen. (Evi dkk, 2020)

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa HA sintetik berpotensi digunakan sebagai pengganti cangkang tulang dengan biokompatibilitas yang baik pada tulang dan gigi. HA telah banyak digunakan sebagai implan biomedis dan perangkat regenerasi tulang karena sifat bioaktif dan biodegradable-nya. Namun HA memiliki kelemahan yaitu rapuh, non-osteogenik, memiliki sifat mekanik yang buruk dan ketidakstabilan struktural bila bercampur dengan cairan tubuh atau darah pasien. (Darmawan dkk, 2008)

Oleh karena itu pada penelitian ini kita mengkaji bagaimana biokomposit hidroksiapatit-borosilikat dapat memiliki sifat mekanik yang mendekati sifat mekanik tulang manusia, dengan proses sintering pada temperature tinggi dan holding time yang ditentukan.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana mendapatkan biokomposit hidroksiapatit-borosilikat yang mendekati sifat mekanik tulang manusia.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat mekanik kekerasan dari biokomposit hidroksiapatit tulang sapi-borosilikat pada temperatur sintering 1000°C dengan waktu pemanasan selama 3 jam yang nantinya diharapkan dapat digunakan sebagai material implan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Hidroksiapatit yang berasal dari tulang sapi, silika dan boraks.

2. Pengujian ini dilakukan dengan pemanasan sintering Temperatur 1000°C.
3. Waktu pemanasan selama 3 jam.
4. Pembuatan spesimen pada penelitian ini menggunakan alat uji tekan, dengan tekanan sebesar 35 kN.
5. Pada pengadukan spesimen menggunakan mesin ball mill, dengan spesifikasi :
 - Waktu : 180 menit
 - Kecepatan putaran : 100 rpm

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

Untuk mengetahui sifat mekanik dari komposit hidroksiapatit tulang sapi dengan borosilikat pada suhu tinggi.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan oleh penulis dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

I. PENDAHULUAN

Dalam bab pendahuluan ini, penulis mencoba menguraikan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

II. TINJUAN PUSTAKA

Berisikan landasan teori dari beberapa literatur yang mendukung pembahasan tentang studi kasus yang diambil, yaitu analisa karakteristik dan komposisi komposit hidroksiapatit silika temperatur tinggi sebagai bahan pengganti implan tulang manusia.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang alat dan bahan yang digunakan, prosedur penelitian, beserta waktu dan tempat penelitian dari menganalisa karakteristik dan komposisi komposit hidroksiapatit silika temperatur tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN