

## SKRIPSI

### “ANALISA PENGUJIAN KARAKTERISTIK DAN BIODEGRADASI MATERIAL BOKOMPOSIT *BOVINE* HIDROKSIAPATIT (BHA)/COKLAT BUBUK/SHELLAC”

Dosen Pembimbing I : Dr. Joko Triyono, S. T., M. T.

Dosen Pembimbing II : Dr. Abu Masykur, S.Si., MSi



Disusun Oleh :

MUHAMMAD FATHAN CHOIRUL IMAM  
NIM: I0413034

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

2017



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET - FAKULTAS TEKNIK  
**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN**

Jl Ir Sutami No. 36A Kentingan Surakarta Telp. 0271 632163 web: mesin.ft.uns.ac.id

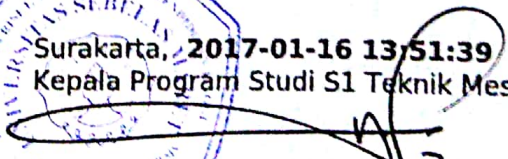
**SURAT TUGAS PEMBIMBING DAN PENGUJI TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN UNS**  
Program Studi : **S1 Teknik Mesin**  
Nomor : **0780/TA/S1/01/2017**

Nama : **MUHAMMAD FATHAN CHOIRUL IMAM**  
NIM : **I0413034**  
Bidang : **Ilmu Bahan**  
Pembimbing 1 : **DR. JOKO TRIYONO, ST, MT/196906251997021001**  
Pembimbing 2 : **DR. ABU MASYKUR, SSI MSI/197104261997021001**  
Penguji : **1. DODY ARIAWAN, ST, MT, PhD/ 197308041999031003**  
**2. Dr. TRIYONO, ST., MT./ 197406251999031002**  
**3. TEGUH TRIYONO, ST MEng/ 197104301998021001**

Mata Kuliah Pendukung  
**1. TEKNOLOGI PENGELASAN(MS05053-15)**  
**2. TEKNOLOGI SERBUK(MS04023-15)**  
**3. TEKNOLOGI KOMPOSIT(MS04033-15)**

Judul Tugas Akhir

**"ANALISA PENGUJIAN KARAKTERISTIK DAN  
BIODEGRADASI MATERIAL BOKOMPOSIT BOVINE  
HIDROKSIAPATIT (BHA)/ COKLAT BUBUK/ SHELLAC"**

Surakarta, 2017-01-16 13:51:39  
Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin,  
  
**DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST, MT**  
NIP. 197106151998021002

Tembusan :

1. Mahasiswa ybs.
2. Dosen Pembimbing TA ybs.
3. Koordinator TA.
4. Arsip.

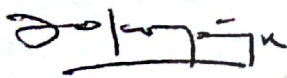


# ANALISA PENGUJIAN KARAKTERISTIK DAN BIODEGRADASI MATERIAL BIOKOMPOSIT BOVINE HIDROKSIAPATIT (BHA)/ COKLAT BUBUK/ SHELLAC

Disusun Oleh

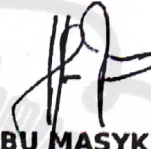
**MUHAMMAD FATHAN CHOIRUL IMAM**  
NIM : 10413034

Dosen Pembimbing 1



**DR. JOKO TRIYONO, ST, MT**  
NIP. 196906251997021001

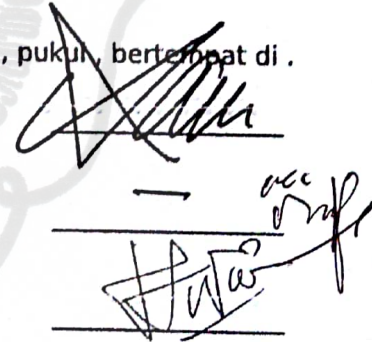
Dosen Pembimbing 2



**DR. ABU MASYKUR, SSI MSI**  
NIP. 197104261997021001

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal , pukul , bertempat di .

1. DODY ARIAWAN, ST, MT, PhD  
197308041999031003
2. Dr. TRIYONO, ST., MT.  
197406251999031002
3. TEGUH TRIYONO, ST MEng  
197104301998021001




Kepala Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret  
Surakarta



**DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST, MT**  
NIP. 197106151998021002

Koordinator Tugas Akhir



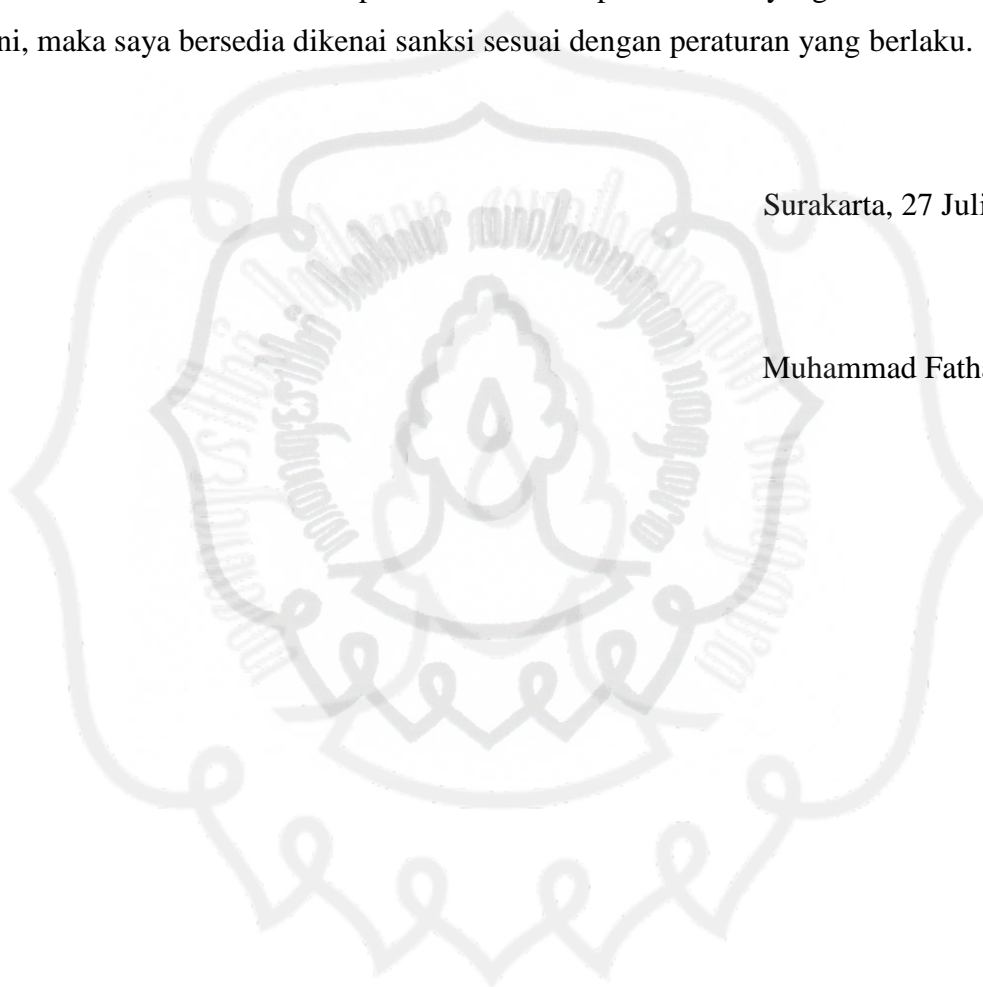
**DR. NURUL MUHAYAT, ST, MT**  
NIP. 197003231998021001

## **PERNYATAAN INTEGRITAS PENULIS**

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepengetahuan saya juga terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Jika terdapat hal – hal yang tidak sesuai dengan ini, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Surakarta, 27 Juli 2017

Muhammad Fathan C. I.



## MOTTO

*Segala aktifitas sandarkan kepada Allah SWT, mintakan ridho orang tua, lakukan dengan sekuat tenaga, tak lupa ridho-Nya menjadi tujuan utama.*





## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati seraya mengucapkan piji syukur kehadiran Allah SWT , penulis mempersembahkan tulisan ini kepada:

1. Allah SWT sang pencipta alam semesta *alhamdulillah* telah memberi nikmat, keridhoan dan kemudahan dalam proses pengerjaan skripsi hingga terselesaikan.
2. Bapak Hadi Suparmo, ibu Dewi Rofiqoh dan adikku Muhammad Fadllan yang tak henti-hentinya memberikan restu dan doa, serta seluruh keluarga besar yang telah mendampingi dan selalu memberi dukungan dalam perjalanan menempuh skripsi.
3. Bapak Dr. Joko Triyono, S.T., M.T. dan Bapak Abu Masykur S.Si., M.Si.,.
4. Teman-teman seperjuangan, Ridho, Widy, Chamel, Abudzar, Taufik, Afif, Ino, Rizky, Dicky, Ardian, Bintang, Bakhtiar, Rizal dan Krisna.
5. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin 2013.
6. Teman-teman Karangtaruna Duta Warga.
7. Seluruh dosen, karyawan, dan mahasiswa Teknik Mesin UNS.
8. Semua pembaca skripsi ini

**ANALISA PENGUJIAN KARAKTERISTIK DAN BIODEGRADASI  
MATERIAL BOKOMPOSIT *BOVINE* HIDROKSIAPATIT  
(BHA)/COKLAT BUBUK/*SHELLAC***

**Muhammad Fathan Choirul Imam**

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta,  
Indonesia

Email: [fathan.mfci@gmail.com](mailto:fathan.mfci@gmail.com)

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil proses pembuatan *bone filler* dengan menggunakan serbuk *bovine hydroxyapatite* (BHA) sebagai bahan dasar yang dicampur dengan bubuk coklat dan *shellac*. Proses pencampuran dilakukan menggunakan *magnetic stirrer* dengan variasi pencampuran BHA/coklat bubuk 70/30, 60/40, 50/50, 40/60 dan 30/70 kemudian dilakukan proses *press* dengan tekanan 60 bar menggunakan cetakan berbentuk silinder 13 mm x 3 mm. Spesimen yang telah terbentuk dilakukan proses sintering mencapai suhu 1000°C dengan kenaikan suhu 5°C/menit dan ditahan selama 2 jam. Karakteristik *bone filler* yang sudah terbentuk dianalisa menggunakan XRD, FTIR dan SEM. Pengujian biodegradasi bertujuan untuk mengetahui penguraian material selama 8 minggu. Hasil analisa menunjukkan keseluruhan sampel yang dibuat memiliki tingkat kristalinitas hidroksiapatit yang tinggi dengan senyawa penyusun hidroksil (OH<sup>-</sup>), karbonat (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) dan fosfat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>). Keseluruhan sampel yang dibuat mampu terurai secara biologis.

Kata kunci: *bovine hydroxyapatite*, sintering, biodegradasi

**Abstract**

This study aims to determine the results of bone filler fabrication process using the mixing of bovine hydroxyapatite (BHA), chocolate powder and shellac. The mixing process is using magnetic stirrer with a variation of mixing BHA/chocolate powder 70/30, 60/40, 50/50, 40/60 and 30/70 then pressed 60 bar using cylindrical mold 13 mm x 3 mm. The specimens that have been formed are sintered to 1000°C with a temperature rise of 5°C/min and hold for 2 hours. Characteristics of bone fillers are analyzed by using XRD, FTIR, and SEM. Biodegradation testing aims to determine the decomposition of the material for 8 weeks. The results of the analysis show that all of the samples have a high crystallinity of hydroxyapatite with the hydroxyl compound (OH<sup>-</sup>), carbonate (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) and phosphate (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>). The entire sample created is biodegradable.

Keywords: bovine hydroxyapatite, sintering, biodegradation

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **ANALISA PENGUJIAN KARAKTERISTIK DAN BIODEGRADASI MATERIAL BOKOMPOSIT *BOVINE* HIDROKSIAPATIT (BHA)/COKLAT BUBUK/SHELLAC**. Skripsi ini disusun untuk melengkapi salah satu mata kuliah dan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam menyusun skripsi ini penulis banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, karena dengan rahmat serta hidayah-Nya saya dapat melaksanakan skripsi dengan baik dan lancar.
2. Ayah dan Ibu yang telah memberikan doa dan dorongan serta motivasi baik moral maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Ketiga kakak yang selalu memberi semangat.
4. Bapak Dr. Eng. Syamsul Hadi, S.T., M.T., selaku kepala program studi Teknik Mesin
5. Bapak Agung Tri Wijayanta, M.eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik
6. Bapak Dr. Joko Triyono, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang senantiasa memberikan nasehat, arahan, dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak Abu Masykur S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing II yang turut serta memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Bapak Heru Sukanto, S.T.,M.T., selaku kepala laboratorium proses produksi Teknik Mesin FT UNS.
9. Bapak Dr. Tech. Suyitno. Selaku kepala laboratorium biofuel Teknik Mesin FT UNS.



10. Dr. Budi Kristiawan. Selaku kepala laboratorium perpindahan panas dan termodinamika Teknik Mesin FT UNS.
11. Bapak Dr. Nurul Muhayat S.T., M.T., selaku koordinator TA yang telah membantu kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Bapak serta Ibu dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta yang turut serta mendidik penulis hingga menyelesaikan studi S1.
13. Arifin dan Hendri, sebagai laboran dan instruktur laboratorium proses produksi Teknik Mesin FT UNS.
14. Bambang, Sebagai laboran laboratorium biofuel Teknik Mesin FT UNS.
15. Solikhin sebagai laboran laboratorium perpindahan panas dan termodinamika Teknik Mesin FT UNS.
16. Taufik, Abudzar, Ridho, Widy, dan Chamel selaku rekan Tugas akhir.
17. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin 2013 yang telah banyak membantu dan memberi dorongan moril, fasilitas serta motifasi sehingga terselesainya penulisan skripsi ini.
18. Teman-teman Pemuda Harapan Bangsa (Ardian, Bintang, Apip, Rizky, Dicky, Rizal, Ino, Krisna dan Bakhtiar) yang telah memberi hiburan.
19. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu selama penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi masih terdapat kekurangan. Kritik dan saran dari berbagai pihak akademis maupun umum selalu penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua dan bagi penulis pada khususnya.

Surakarta, Agustus 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN SURAT PENUGASAN TUGAS AKHIR</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN INTEGRITAS PENULIS</b> .....	iv
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR RUMUS</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penelitian .....	4
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	6
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Dasar Teori .....	7
2.2.1 Biomaterial .....	7
2.2.2 Hidrosiapatit .....	7
2.2.3 Tulang Sapi .....	8
2.2.4 <i>Shellac</i> .....	9
2.2.5 Coklat Bubuk .....	9
2.2.6 Kalsinasi .....	10
2.2.7 <i>Sintering</i> .....	11
2.2.8 Biodegradasi .....	12
2.2.9 Uji Karakteristik Material .....	12
2.2.10 Pengujian Densitas .....	16
2.2.11 Hipotesis .....	16
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b> .....	18
3.1 Tempat Penelitian .....	18
3.2 Alat dan Bahan .....	18
3.2.1 Alat .....	18
3.2.2 Bahan .....	18
3.3 Prosedur Penelitian .....	18
3.3.1 Persiapan .....	18
3.3.2 Proses Pencampuran BHA/Coklat Bubuk/ <i>Shellac</i> .....	21
3.3.3 Proses Kompaksi .....	21
3.3.4 Proses <i>Sintering</i> .....	22

3.4 Variabel Penelitian .....	23
3.4.1 Rasio Perbandingan .....	23
3.4.2 Variabel Bebas.....	23
3.4.3 Variabel Terikat.....	23
3.4.4 Variabel Tetap .....	24
3.5 Tahap Pengujian .....	24
3.6 Tahap Analisa .....	26
3.7 Diagram Alir .....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Pengaruh Proses Kalsinasi Terhadap Serbuk Tulang Sapi .....	28
4.2 Hasil Proses <i>Sintering</i> BHA/Coklat bubuk/ <i>Shellac</i> .....	29
4.3 Pengamatan <i>Scaning Electron Microschopy</i> (SEM) .....	30
4.4 Pengujian XRD ( <i>X-Ray Diffraction</i> ) .....	32
4.5 Pengujian FTIR ( <i>Fourier Transform Infrared</i> ) .....	35
4.6 Pengamatan Laju Biodegradasi .....	37
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>40</b>
5.1 Kesimpulan .....	40
5.2 Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>46</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Coklat .....	10
Tabel 3.1 Variasi Rasio Perbandingan Campuran BHA dengan Coklat Bubuk .....	23
Tabel 4.1 BHA/Coklat Bubuk/ <i>Shellac</i> Sebelum dan Sesudah Proses Sinter .....	29
Tabel 4.2 Perbandingan Intensitas Tertinggi dari BHA Murni, BHA/Coklat Bubuk/ <i>Shellac</i> dan HA JCPDS 9-432.....	34
Tabel 4.3 Spektrum Hasil Uji FTIR dari Sampel BHA Murni dan BHA/Coklat Bubuk/ <i>Shellac</i> .....	36



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Anatomi Kerangka Tulang Sapi .....	8
Gambar 2.2 Proses <i>Sintering</i> (a) <i>Point Contact</i> , (b) Tahap Awal, (c) Tahap <i>Intermediate</i> , (d) Tahap Akhir .....	12
Gambar 2.3 Prinsip Kerja SEM .....	13
Gambar 2.4 Difraksi Sinar-X dengan Bidang Atom (A-A' dan B-B') .....	14
Gambar 2.5 Pola XRD Hidroksiapatit .....	15
Gambar 2.6 Spektra FTIR Hidroksiapatit .....	16
Gambar 2.7 Skema Pengujian Densitas .....	16
Gambar 3.1 Proses Pembuatan Hidroksiapatit .....	19
Gambar 3.2 Proses Pembuatan Larutan <i>Shellac</i> .....	20
Gambar 3.3 Bubuk Coklat.....	21
Gambar 3.4 Sebuk Campuran BHA/Coklat Bubuk/ <i>Shellac</i> .....	21
Gambar 3.5 Proses Mencetak BHA/Coklat Bubuk/ <i>Shellac</i> dalam Bentuk Tablet ....	22
Gambar 3.6 Proses <i>Sintering</i> BHA/Coklat Bubuk/ <i>Shellac</i> .....	22
Gambar 3.7 Alat XRD Maxima .....	24
Gambar 3.8 Alat FTIR Shimadzu Irprestige-21 .....	25
Gambar 3.9 Alat SEM VEGA3 TESCAN .....	25
Gambar 3.10 Pengujian Laju Biodegradasi .....	26
Gambar 3.11 Pengujian Densitas .....	26
Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian .....	27
Gambar 4.1 Perubahan Warna Serbuk Tulang Sapi (a) Sebelum Proses Kalsinasi. (b) Sesudah Proses Kalsinasi. ....	28
Gambar 4.2 Foto SEM Berbagai Variasi Campuran.....	31
Gambar 4.3 Grafik Uji Densitas .....	32
Gambar 4.4 Pola Difraksi XRD BHA Murni .....	33
Gambar 4.5 Pola Difraksi XRD BHA/Coklat Bubuk/ <i>Shellac</i> .....	33
Gambar 4.6 Pola Difraksi XRD Standar HA JCPDS 9-432 .....	34
Gambar 4.7 Bidang Indeks <i>Miller</i> (a) (211), (b) (300), dan (c) (112) .....	34
Gambar 4.8 Spektrum dan Gugus Fungsi BHA Murni dan BHA/Coklat/ <i>Shellac</i> .....	36
Gambar 4.9 Laju Biodegradasi Material <i>Bone Filler</i> .....	38

## DAFTAR RUMUS

Persamaan (2.1) Densitas Aktual ..... 17





## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Foto SEM.....	47
<b>Lampiran 2</b> Hasil Uji XRD BHA Murni.....	49
<b>Lampiran 3</b> Hasil Uji XRD BHA/Coklat Bubuk/ <i>Shellac</i> .....	51
<b>Lampiran 4</b> Hasil Uji FTIR BHA Murni.....	53
<b>Lampiran 5</b> Hasil Uji FTIR BHA/Coklat Bubuk/ <i>Shellac</i> .....	54
<b>Lampiran 6</b> HA komersil yang Digunakan .....	55
<b>Lampiran 7</b> Hasil Uji Densitas .....	56

