

DISERTASI

SILANISASI MONOMER SEBAGAI
UPAYA PENINGKATAN KEKUATAN POLIMER
RESIN AKRILAT

Studi dengan pendekatan dari segi mekanis, kimiawi
dan biokompatibilitas

kt
Dis k 78/02
Dip
5



HARYO MUSTIKO DIPOYONO

FAKULTAS PASCA SARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
1991

SILANISASI MONOMER SEBAGAI
UPAYA PENINGKATAN KEKUATAN POLIMER
RESIN AKRILAT

Studi dengan pendekatan dari segi mekanis, kimiawi
dan biokompatibilitas

D i s e r t a s i

dalam bidang ilmu kesehatan
untuk

memperoleh gelar doktor pada
Universitas Airlangga

dibawah pimpinan Rektor Universitas Airlangga

Profesor dr.R. Soedarso Djojonegoro

untuk dipertahankan di hadapan
Rapat Terbuka Senat Fakultas Pascasarjana

Universitas Airlangga

hari Rabu

tanggal 27 Pebruari 1991

oleh

Haryo Mustiko Dipoyono

lahir di Mojokerto pada 17 Nopember 1952

Diuji pada tanggal 17 Januari 1991

PANITIA PENGUJI DISERTASI

Ketua : Profesor drh. I.G.B. Amitaba
Anggota : 1. Profesor Dr.dr. H.M. Ismadi
2. Profesor drg. R.M. Gardjito
3. Profesor drg. R. Hartono , FADI
4. Dr. Ir. Warsito Hardjosudirdjo
5. Dr. drg. Soetopo , M.Sc.
6. Dr.drg. Toeti M. Widjoseno G, M.S., FADI

Ditetapkan dengan

SURAT KEPUTUSAN

REKTOR UNIVERSITAS AIRLANGGA

No: 882/ PT 03 .H /I /1991

Pembimbing Utama : Prof.drg.R. H a r t o n o , FADI

Pembantu Pembimbing : Dr.Ir. Warsito Hardjosudirdjo

keno mlebu yen wis weruh njerone
keno munggah yen wis weruh duwure

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama saya panjatkan puji syukur ke hadirat TUHAN YANG MAHA PENGASIH DAN PENYAYANG atas segala rahmat dan karunia-NYA sehingga tesis ini dapat diselesaikan.

Terima kasih saya ucapkan kepada Pemerintah Republik Indonesia cq. Menteri Pendidikan dan Kebudayaan melalui TMPD yang memungkinkan saya mengikuti program S3 di Fakultas Pasca Sarjana Universitas Airlangga.

Kepada Rektor Universitas Airlangga Surabaya Prof. dr. R. Soedarso Djojonegoro dan Dekan Fakultas Pasca Sarjana Universitas Airlangga Prof. Dr. Sutarjadi, Apt. , saya menyampaikan penghargaan setinggi-tingginya dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kesempatan yang diberikan kepada saya untuk mengikuti program S3 di Fakultas Pasca Sarjana UNAIR.

Kepada Rektor Universitas Gadjah Mada, Prof. Dr. Ir. Moch. Adnan, Msc. dan Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada, drg. Soebagyo Hardjowijoto, saya menyampaikan terima kasih yang tak terhingga atas bantuan sepenuhnya sehingga program ini dapat diselesaikan.

Dengan rendah hati dan perasaan tulus saya menyampaikan penghargaan setinggi-tingginya dan terima kasih sedalam-dalamnya kepada Prof. drg. R. Hartono, FADI sebagai Promotor yang dengan penuh perhatian telah memberikan dorongan, bimbingan dan saran-saran yang amat berharga. Bila selama ini banyak kekhilafan yang telah saya lakukan baik sengaja maupun tidak sengaja, pada kesempatan ini pula saya sampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya.

Ucapan terima kasih saya sampaikan pula kepada Dr. Ir. Warsito Hardjosudirdjo, sebagai Pembantu Promotor atas jerih payahnya serta kesabarannya dalam memberikan bimbingan dan pengarahan-pengarahan yang amat berarti.

Disamping itu saya juga ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada :

Prof. Dr. Kusnadi Hardjasumantri, SH. MA. atas kesempatan yang diberikan, serta pengarahannya yang amat berharga pada waktu beliau menjabat sebagai Rektor Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Prof. drg.R.Hartono,FADI atas kesempatan yang diberikan ,serta pengarahannya yang amat berharga pada waktu beliau menjabat sebagai Dekan Fakultas Pasca Sarjana Universitas Airlangga Surabaya .

Dr. drh. R. Bendryman Soedjoko (almarhum) atas bantuannya sejak penelitian pendahuluan bersama drh. Wuryanano didalam hal pembuatan kurva baku karbon , sampai dengan persiapan ujian pra thesis dengan seluruh koreksinya.

dr. R. Sofia Mubarika Haryana, MD. Sc. dan Dra. Mining, atas bantuan dan pengarahan pada waktu penelitian Mixed Lymphocytod Culture.

Prof. Dr. dr. Nurhayati, atas izin, fasilitas, yang diberikan sehingga saya dapat melakukan penelitian di laboratorium Ilmu Hayati Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Dr. Hardjono Sastrohamidjoyo, Drs Bambang Purwoko, Drs Jumina
atas izin fasilitas dan bimbingan penelitian di laboratorium
Kimia Fisika Pusat Universitas Gajah Mada.

Ketua Laboratorium Kimia Organik Fakultas MIPA Universitas
Gajah Mada, atas izin dan pelaksanaan penelitian sehingga
tesis ini dapat diselesaikan.

Ketua laboratorium Ilmu Logam Fakultas Teknik Mesin Universitas
Gajah Mada, atas izin dan pelaksanaan penelitian sehingga saya
dapat melakukan pengamatan, penelitian uji kekuatan Transversa
dan pengamatan Mikroskop Binokuler.

Ketua laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Hewan
Universitas Airlangga, atas izin dan pelaksanaan penelitian
Carbon Clearance Test pada hewan percobaan.

drg Husni Tamrin S. U, atas bantuannya sejak melakukan peneli-
tian pendahuluan bahan silan di laboratorium Prostodonsia
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gajah Mada.

Seluruh teman sejawat di laboratorium Prostodonsia Fakultas
Kedokteran Gigi Universitas Gajah Mada, atas dorongan moril
sehingga teori ini dapat diselesaikan.

drg. Dibyo Pramono, SU, MD.Sc.dan drg.Niken Widjayanti, MD.Sc
atas pengarahan dan penulisan statistik.

drg Ema Mulyawati, drg Titik Ismiyati, drg Erwan Sugiatno, drg Pribadi Santoso, drg Wignyo Handriyanto, MS dan drg Oka Narendra, MS, atas bantuannya yang tanpa mengenal lelah pada waktu penelitian penunjang.

Direktur Bioteknologi PAU Universitas Gajah Mada atas izin dan bantuan pelaksanaan penelitian yang menunjang program S-3 sehingga tesis ini dapat diselesaikan.

Direktur Lembaga Penelitian Universitas Gajah Mada, atas izin dan bantuan pelaksanaan penelitian yang menunjang program S-3, sehingga saya dapat menyelesaikan seluruh program doktor ini.

drh.Dedy Rifuliadi ,MSc Ph.D., dan drh Hasdiana atas izin dan pelaksanaan penelitian di PUSVETMA Surabaya .

drg. Siti Sunarintyas atas bantuan selama penelusuran dan penterjemahan kepastakaan.

Meta komputer dan Bina Komputer T & T di Yogyakarta beserta staf dan karyawan atas bantuan sepenuhnya dalam mengelola data dan pengetikan tesis.

Kepada seluruh staf dan karyawan Fakultas Pasca Sarjana Universitas Airlangga yang telah bekerja dengan penuh dedikasi.

Guru saya sejak TK sampai saat ini yang telah berjasa mendidik saya.

Secara khusus saya menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak Ketua Yayasan Supersemar atas bantuan dana untuk menyelesaikan tesis ini.

Sacara khusus pula saya menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ketua Yayasan Aji Dharma Bhakti atas bantuan dana untuk menyelesaikan tesis ini.

Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas bantuan, saran ataupun kerjasamanya yang amat berharga.

Teman-teman seperjalanan mulai berdiri di perjalanan Kereta Api sampai dengan perjalanan mobil pribadi maupun Pesawat Udara, atas dorongan moril sehingga satu grup tetap ceria, saya menyampaikan terimakasih.

Tak lupa saya menyampaikan terimakasih dan penghargaan kepada almarhum ayah dr RWB Tedjowibowo atas dorongan moril serta kesabarannya. Ucapan serupa saya tujukan kepada almarhumah ibunda tercinta yang semasa hidupnya penuh dengan cinta-kasihnya dan restunya sehingga saya menjalani program doktor ini.

Akhirnya kepada isteri tercinta Dra Murni Rahayu dan anak-anak tersayang Tommy Kurniawan dan Pradnyawidyo Septodika menyampaikan terimakasih yang tulus dan mendalam atas pengertian serta pengorbanan yang tak ternilai, sehingga dengan lancar, tenang program ini dapat saya jalani sampai selesai.

PRAKATA

Di dalam era pembangunan sekarang ini kemajuan dibidang teknologi telah berjalan dengan pesatnya. Termasuk kemajuan teknologi polimer. Polimer resin akrilat adalah salah satu jenis dari polimer yang sering digunakan di bidang kedokteran gigi. Bahan resin akrilat digunakan sebagai bahan basis gigi tiruan. Selain mempunyai warna seperti jaringan gusi, harganya relatif murah, mudah didapat dan dapat dilakukan reparasi apabila patah.

Didalam komposisinya polimer resin akrilat mengandung bahan crosslink. Maksud penambahan tersebut agar supaya terjadi network polimer yang berbentuk jaring (crosslinking polimers). American Dental Assosiation (1974) telah memberikan anjuran agar polimer resin akrilat yang digunakan sebagai basis gigi tiruan ditambah bahan silan . Maksud pertama dari anjuran ini adalah untuk mengurangi kegagalan ikatan antara basis gigi tiruan dengan gigi porselin , yang sering lepas . Pernyataan tersebut mendapat tanggapan beberapa peneliti , diantaranya Kazuo Iwamoto pada tahun 1985 telah melakukan percobaan penambahan bahan silan kedalam monomer methylmetacrylate yang bertujuan agar gigi porselin tidak mudah lepas dengan basisnya (Polimer resin akrilat). Dasar reaksi kimia dari percobaan tersebut dapat digunakan didalam penulisan sekarang ini .

Maksud atau tujuan dari penelitian didalam tesis ini adalah upaya peningkatan kekuatan polimer resin akrilat dengan penambahan bahan silan pada monomernya (silanisasi monomernya) agar polimer resin akrilat hasil proses polimerisasi terjadi

polimer jaring tiga dimensi.

Namun perlu diingat gigi tiruan didalam fungsinya harus memenuhi persyaratan dalam segi mekanis dan biologik (harus mempunyai sifat yang biokompatibel atau dapat diterima oleh jaringan pendukung gigi didalam rongga mulut).Untuk menunjang hal tersebut didalam penelitian ini diuji kekuatan polimer resin akrilat yang diformulasikan dengan kekuatan transversa (transverse strength) ,dengan variabel berat molekul dan monomer sisa dari polimer hasil proses polimerisasinya .Kecuali kedua hal tersebut juga diteliti perubahan serapan air .Sedangkan persyaratan biokompatibilitas diuji dengan penelitian biologik melalui uji indeks fagositosis dan indeks mitosis pada biakan campur limfosit (Myxed Lymphocytcd culture / M.L.C.)

D A F T A R I S I

	halaman
Ucapan terima kasih.....	i
Prakata	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xiii
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Struktur polimer	4
2.1.1. Definisi	4
2.1.2. Proses polimerisasi	7
2.1.3. Proses <u>crosslinking</u>	12
2.2. Berat molekul polimer	13
2.2.1. Metode <u>viscosimetry</u>	14
2.3. Persyaratan Basis gigi tiruan.....	15
2.4. Perbedaan sifat resin akrilat jenis <u>heat cured</u> dan <u>cold cured</u>	17
2.5. <u>Transverse strength</u> (kekuatan transversa)..	20
2.6. Sistem kekebalan tubuh	22
2.6.1. Tanggap imunologik non spesifik	22
2.6.2. Tanggap imunologik spesifik.....	26
2.7. Pengujian biokompatibilitas	29
2.8. Kultur jaringan	31
III. PERMASALAHAN ,TUJUAN PENELITIAN DAN HIPOTESIS	
3.1. Landasan teori latar belakang permasalahan	35
3.2. Dasar penalaran penggunaan <u>trietoksivynil</u>	

<u>silane</u> sebagai pereaksi silanisasi monomer MMA.....	38
3.2.1. Proses pembuatan basis gigi tiruan	39
3.2.2. Percobaan Kazuo Iwamoto	42
3.3. Silanisasi monomer <u>monomethylmetacrylate</u>	44
3.3.1. Reaksi kimia antara resin akrilat dengan bahan silan	45
3.4. Permasalahan	48
3.5. Tujuan penelitian	49
3.6. Landasan pemikiran hipotesis	50
3.6.1. Hipotesis	51
 IV. METODA PENELITIAN	
4.1. Definisi operasional identifikasi variabel	53
4.1.1. Variabel bebas.....	53
4.1.2. Variabel tergantung	54
4.1.3. Variabel kendali	56
4.2. Sampel	56
4.3. Teknik pengambilan sampel	57
4.4. Teknik analisis	57
4.5. Studi laboratorik	58
 V. HASIL DAN ANALISA HASIL PENELITIAN	
5.1. Hasil studi kekuatan polimer PMMA	70
5.1.1. Berat molekul polimer resin akrilat (PMMA).....	70
5.1.2. Monomer sisa polimer resin akrilat (PMMA).....	72
5.1.3. Penyerapan air dari polimer resin akrilat.....	79

5.1.4. Kekuatan polimer resin akrilat (PMMA)	81
5.2. Hasil uji tanggap biokompatibilitas	83
5.2.1. Indeks fagositosis	84
5.2.2. Indeks mitosis pada biakan campur limfosit	98
VI. PEMBAHASAN	
6.1. Kekuatan polimer resin akrilat	100
6.1.1. Kenaikan berat molekul dan penurunan monomer sisa	100
6.1.2. Kekuatan transversa polimer resin akrilat	103
6.1.3. Penyerapan air	104
6.2. Pembahasan tanggap biokompatibilitas	105
VII. KESIMPULAN	108
VIII. RINGKASAN	111
IX . S U M M A R Y.....	112
X . DAFTAR PUSTAKA	113
LAMPIRAN	123

D A F T A R G A M B A R

	halaman
1. Rantai polimer <u>crosslink</u>	12
2..Intensitas fagosit invivo pada mencit kelompok perlakuan K (kontrol) dan kelompok S(silan)....	34
3. Intensitas fagositosis invivo pada mencit kelompok perlakuan K (kontrol) dan kelompok H (<u>heat cured</u>)	86
4. Intensitas fagositosis invivo pada mencit kelompok perlakuan K(kontrol) dan kelompok C (<u>cold cured</u>)	88

D A F T A R T A B E L

	halaman
I . Harga rerata Berat molekul polimer resin akrilat kontrol dan silanisasi monomernya	70
II . Analisa varian dan LSD berat molekul kontrol dengan hasil silanisasi monomernya	71
III . Harga rerata monomer sisa (%) resin akrilat <u>cold cured</u> ukuran 10 x 9 x 2.5 mm setelah direndam selama 48 jam (CC 48)	72
IV . Harga rerata monomer sisa (%) resin akrilat <u>Heat cured</u> ukuran 10 x 9 x 2.5mm setelah direndam selama 48 jam (HC 48)	72
V . Harga rerata monomer sisa (%) resin akrilat <u>cold cured</u> , ukuran 10 x 9 x 2,5 mm setelah direndam selama 24 jam (CC24).....	73
VI . Harga rerata monomer sisa (%) resin akrilat <u>Heat cured</u> ukuran 10 x 9 x 2,5 mm setelah direndam selama 24 jam (HC24).....	73
VII . Analisa varian dan LSD monomer sisa resin akrilat <u>Cold cured</u> yang direndam selama 48 jam (CC 48).....	74
VIII . Analisa varian dan LSD monomer sisa resin akrilat <u>heat cured</u> yang direndam selama 48 jam (HC 48).....	75

IX .	Analisa varian dan LSD monomer sisa resin akrilat <u>cold cured</u> yang direndam selama 24 jam (CC 24).....	75
X .	Analisa varian dan LSD monomer sisa resin akrilat <u>Heat cured</u> yang direndam selama 24 jam (HC 24).....	76
XI .	Analisa varian serempak monomer sisa antara kelompok resin akrilat <u>heat cured</u> yang direndam selama 24 jam dan 48 jam (HC 24xHC48)	77
XII .	Analisa varian serempak monomer sisa empat kelompok resin akrilat (CC24 ; CC48 ; HC 24 dan HC 48).....	78
XIII .	Penyerapan air polimer resin akrilat.....	79
XIV .	Analisa dan LSD penyerapan air polimer resin akrilat.....	80
XV .	Kekuatan transversa polimer resin akrilat	81
XVI .	Analisa varian dan LSD kekuatan transversa polimer resin akrilat.....	82
XVII .	Harga rerata indeks fagositosis kelompok kontrol (K) hari ke 1 s/d hari ke 9.....	90
XVIII .	Harga rerata indeks fagositosis kelompok S (silan) hari ke 1 s/d hari ke 9.....	90

XIX.	Harga rerata indeks fagositosis kelompok H (<u>heat cured</u>) hari ke 1 s/d hari ke 9.....	90
XX.	Harga rerata indeks fagositosis kelompok C (<u>Cold Cured</u>) hari ke 1 s/d hari ke 9.....	91
XXI.	Analisa varian dan LSD indeks fagositosis kelompok kontrol (K). (Data di transformasikan $x10^5$).....	91
XXII.	Analisa varian dan LSD indeks fagositosis kelompok Silan (S). (Data ditransformasikan $x10^5$).....	92
XXIII.	Analisa varian dan LSD indeks fagositosis kelompok <u>heat cured</u> (H). (Data ditransformasikan $x10^5$).....	93
XXIV.	Analisa varian dan LSD indeks fagositosis kelompok <u>Cold Cured</u> (C). (Data ditransformasikan $x10^5$).....	93
XXV.	Analisa Varian dan LSD serempak indeks fagositosis kelompok kontrol dan kelompok silan. (Data ditransformasikan $x10^5$).....	94
XXVI.	Analisa varian dan LSD serempak indeks fagositosis kelompok kontrol dan kelompok <u>Heat cured</u> (Data ditransformasikan $x10^5$).....	95

XXVII.	Analisa varian dan LSD serempak indeks fagositosis kelompok kontrol dan kelompok <u>Cold cured</u> (Data ditransformasikan $\times 10^5$).....	96
XXVIII.	Analisa varian dan LSD serempak indeks fagositosis kelompok kontrol, kelompok silan, kelompok <u>Heat cured</u> dan kelompok <u>Cold cured</u> (Data ditransformasikan $\times 10^5$).....	97
XXIX.	Rerata aktifitas sampel dan indeks Mitosis	98