

DISERTASI

SILANISASI MONOMER SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN KEKUATAN POLIMER RESIN AKRILAT

Studi dengan pendekatan dari segi mekanis, kimiawi
dan biokompatibilitas

kt
Drs 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 kepustakaan.

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 Lymphocytoid 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> ¹	

<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

BAB I
PENDAHULUAN

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

Di dalam era pembangunan sekarang ini peran ilmu polimer yang merupakan cabang ilmu kimia organik mengalami kemajuan yang pesat . Polimer resin akrilat adalah salah satu jenis dari polimer yang digunakan untuk rehabilitasi beberapa organ tubuh, salah satu diantaranya digunakan sebagai gigi tiruan. Hal ini dimungkinkan karena harganya relatif murah dan dapat direparasi apabila patah, misalnya jatuh. Sebagai bahan gigi tiruan basis resin akrilat harus mempunyai beberapa sifat antara lain : kuat, baik didalam fungsinya atau diluar mulut, tahan terhadap abrasi atau goresan, mempunyai warna yang mirip dengan gusi, mempunyai keseksamaan dimensi, tidak beracun dan tidak mengiritasi jaringan, bersifat biokompatibel, tahan lama tanpa mengalami perubahan (Kelly, 1967 ; Farrel, 1971; Anderson, 1972 ; Greener *et.al.*, 1972 Smith, 1973 ; Johnston *et.al.*, 1981).

Upaya meningkatkan kekuatan basis gigi tiruan telah dilakukan dengan beberapa cara diantaranya penambahan bahan alumina (Harsini ,1989) dan juga penambahan kawat (Haryo.M.Dipoyono,1983) ,namun hasilnya masih belum memadai .

American Dental Association (1974) didalam spesifikasinya telah menganjurkan penambahan bahan silan . Hal ini mendapat tanggapan Kazuo Iwamoto (1985) sehingga melakukan percobaan penambahan bahan silan kedalam monomer untuk mengurangi kegagalan lepasnya gigi porselin pada basisnya. Penambahan bahan silan diduga akan menyebabkan terjadinya network polimer secara

crosslink. Apabila terjadi polimer secara crosslink maka berat molekul akan naik. Kenaikan berat molekul proporsional dengan kekuatannya .

Monomer sisa pada akhir proses polimerisasi bervariasi jumlahnya. Menurut Phillips *et.al.*, 1969 dan Anderson, 1972 berkisar 0,2% - 0,5% untuk jenis heat cured . Pada kasus tertentu monomer sisa berkisar 0,233% ada yang dapat mengiritasi jaringan mulut (Cabe dan Basker, 1976). Untuk mengukur jumlah monomer sisa dapat digunakan analisa gas kromatografi (Fletcher, *et.al.*, 1983; Inoue, *et.al.*, 1983).

Adanya monomer sisa dapat menurunkan kekuatan pada uji kekuatan transversa, karena monomer sisa bersifat sebagai plastisiser (Phillips, 1973; Billmeyer, 1984 ; Ferracane dan Greener *et.al.*, 1984; Combe, 1986).

Kenaikan berat molekul dan penurunan jumlah monomer sisa akan menaikkan kekuatan resin akrilat.

Tujuan umum dari penelitian ini adalah peningkatan kekuatan polimer resin akrilat dengan silanisasi monomernya, sehingga akan didapatkan suatu formula baru polimer yang memenuhi segi mekanis , kimiawi dan biokompatibilitas . Hasil penelitian ini diharapkan sebagai sumbangan ilmiah terhadap perkembangan teknologi polimer khususnya polymethylmetacrylate sebagai suatu bahan utama basis gigi tiruan

Formula baru tersebut adalah penambahan bahan silan pada monomernya dengan kadar tertentu (silanisasi monomer) sehingga pada proses polimerisasi akan menghasilkan suatu network polimer

tiga dimensi yang memenuhi persyaratan mekanis (kuat) dan juga bersifat biokompatibel .

BAB II

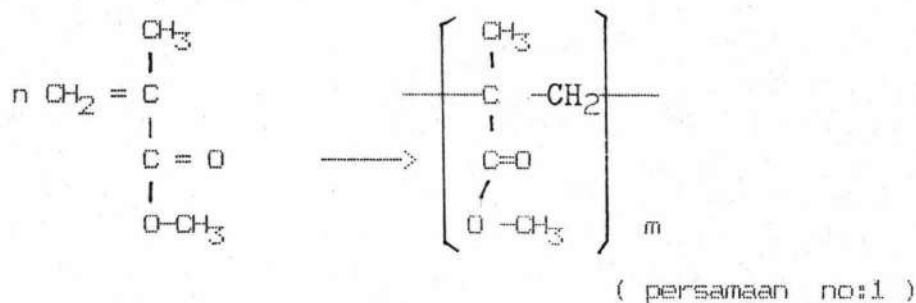
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. STRUKTUR POLIMER

2.1.1. Definisi

Polimer adalah makromolekul yang tersusun dari beberapa bagian yang strukturnya tergantung dari monomer penyusunnya. Semua polimer sintetis tersusun dari suatu unit kimia tertentu yang disebut sebagai repeating unit atau struktural unit. Pada vinil polimer repeating unit mengandung atom yang sama dengan monomer, sedangkan pada poliester repeating unit mengandung lebih sedikit atom karena adanya formasi hasil sampingan.

Degree of polymerization (DP) adalah jumlah repeating unit dalam rantai polimer. Dengan demikian DP berhubungan dengan panjang rantai. Misalnya : di dalam polimer Methyl acrylate n ekuivalen dengan DP (persamaan reaksi 1). Disini bagian akhir tidak ditunjukkan karena hanya merupakan bagian kecil dari polimer.



Berat molekul (BM) dari sebuah rantai polimer dapat ditentukan apabila DP polimer diketahui.

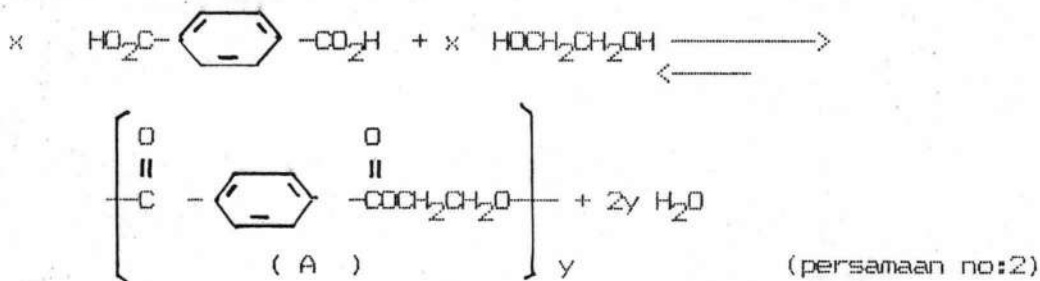
Contoh :

Diketahui jika $DP = 500$ (n) dan berat molekul repeating unit 86 ,maka dari data tersebut dapat dihitung :

$$BM = 500 \times 86 = 43.000$$

Pada proses polimerisasi kita akan mendapatkan polimer polimer dengan DP yang berbeda beda .Didalam kenyataannya tidak ada usaha untuk memisahkan polimer polimer dengan DP yang berbeda beda tersebut .Campuran polimer tersebut diatas disebut dengan polydispers .BM dari polydispers disebut DP rata rata .Untuk keperluan tertentu dipisahkan menjadi berbagai monodispers . B M dari sebuah monodispers disebut dengan DP absolut .Penentuan DP absolut penting untuk menentukan DP rata rata pada metoda viscometry (sub bab 2.2.).

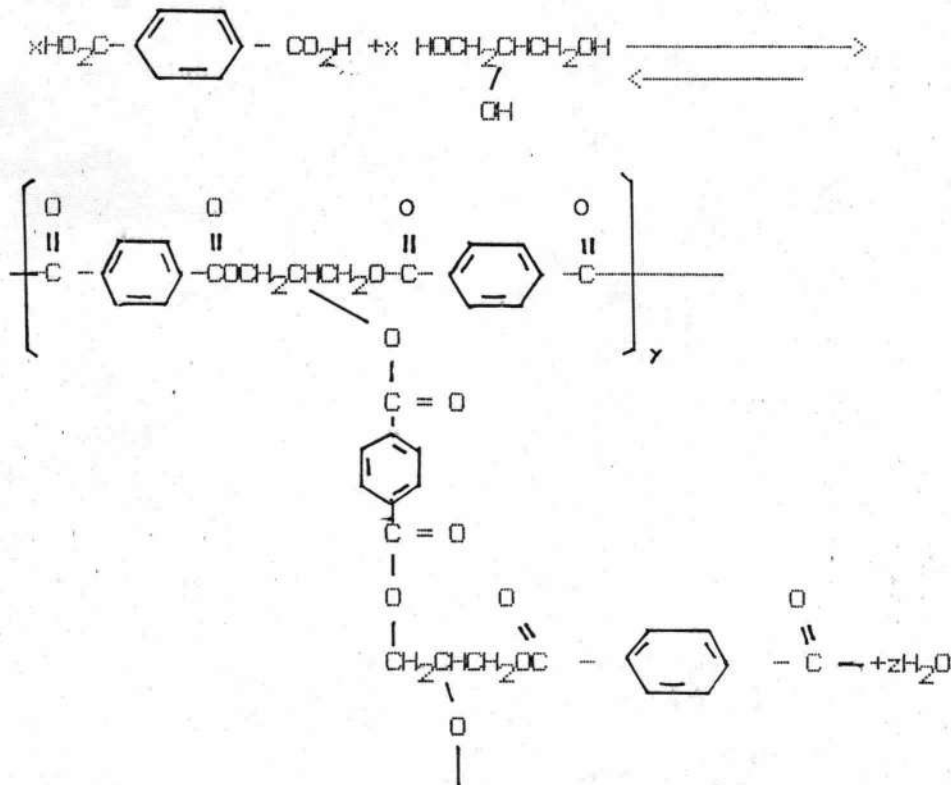
Jika polimer tersusun dari satu macam repeating unit hasilnya disebut homopolimer .Polimer semacam ini sudah diketahui pada persamaan reaksi no: 1 .Andaikan repeating unit pada methyl akrilat dinyatakan sebagai gugus A, maka polimernya adalah : A-A-A-A-A dan seterusnya .Apabila digunakan lebih dari satu repeating unit polimer yang dihasilkan disebut dengan kopolimer .Misal kopolimer yang terdiri dari x molekul dibasic acid dan x molekul glycol. Hal ini dapat dijelaskan dengan persamaan reaksi dibawah ini :



Apabila gugus $\left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{---C---} \end{array} \text{---} \text{C}_6\text{H}_4 \text{---} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{---C---} \end{array} \text{---O} \right]$ disebut sebagai gugus

A' dan gugus $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$ disebut B, maka polimer diatas dapat ditulis sebagai berikut : A'-B- A' -B dan seterusnya.

Polimer polimer yang terbentuk dari persamaan no: 1 dan No: 2 disebut dengan polimer linier. Pada persamaan reaksi no:2 glikol diganti dengan gliserol maka kita mendapatkan polimer tiga dimensi. Kopolimer berdimensi tiga disebut juga polimer jaring. Polimer jaring disebut juga crosslink polimer. Untuk lebih jelasnya seperti reaksi dibawah ini :



(persamaan no:3)

Suatu sifat yang disebut dengan dimensional stability tidak

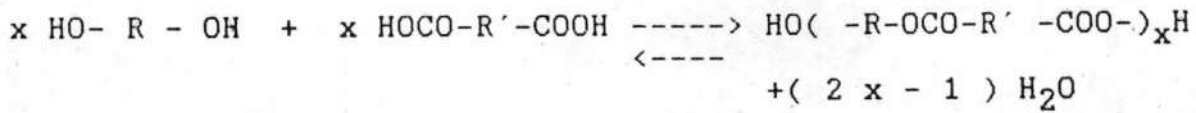
dijumpai pada sifat fisik polimer linier, namun dijumpai pada polimer yang berbentuk tiga dimensi. Sehingga polimer linier disebut sebagai termoplastic polymers, yang mempunyai titik lebur, dan polimer tiga dimensi disebut dengan termosetting polymers, yang tidak mempunyai titik lebur (Stevens, 1975; Odian, 1981).

2.1.2. PROSES POLIMERISASI

Menurut Moore (1962); Phillips *et al* (1969); Phillips (1973); Billmeyer (1984); Combe (1986), ada dua macam proses polimerisasi yaitu: polimerisasi kondensasi dan polimerisasi adisi. Polimer yang terbentuk disebut sebagai polimer kondensasi dan polimer adisi. Pada polimerisasi kondensasi selain terbentuk polimer juga ada hasil sampingan, seperti H_2O yang dijelaskan pada reaksi no: 2. Pada polimerisasi adisi tidak ada hasil samping. Contoh polimerisasi adisi seperti pada persamaan reaksi no: 1. Apabila dibandingkan antara repeating unit dan monomernya, pada polimer kondensasi banyak dan macamnya atom berbeda. Sedangkan pada polimer adisi adalah sama.

2.1.2.1. Polimerisasi kondensasi

Reaksi ini adalah reaksi kimia antara dua molekul atau lebih yang kemudian membentuk molekul yang lebih besar dengan penghilangan molekul yang lebih kecil, sebagai contoh poliester yang dibentuk oleh reaksi kondensasi antara monomer difungsional. persamaan reaksi sebagai berikut:



Tipe dari hasil polimerisasi kondensasi ditentukan oleh banyaknya gugus yang terdapat pada monomer. Monomer monofungsional tidak mungkin berpolimerisasi. Monomer bifungsional akan menghasilkan linier polimer dan monomer polyfungsional akan menghasilkan crosslinked polimer (3 dimensi).

2.1.2.2. Esterifikasi dan transesterifikasi

Reaksi yang terjadi pada polimerisasi kondensasi pada dasarnya adalah reaksi gugus fungsional dari monomer yang satu dengan gugus fungsional dari monomer yang lain. Andaikan salah satu monomer mempunyai gugus fungsional $\text{O}=\text{C}-\text{X}$ dan yang lain mempunyai gugus Y maka reaksi yang terjadi dapat dijelaskan sebagai berikut :



dengan X atau Y = -OH ; -OR.

Pada persamaan reaksi no:2 dijumpai gugus fungsional Y = OH sedangkan X = OH. Pada proses polimerisasi ini hasil samping H_2O , maka proses ini disebut esterifikasi. Apabila X diganti dengan OR maka proses polimerisasi disebut dengan transesterifikasi. Hal ini dapat dijelaskan seperti dibawah ini :

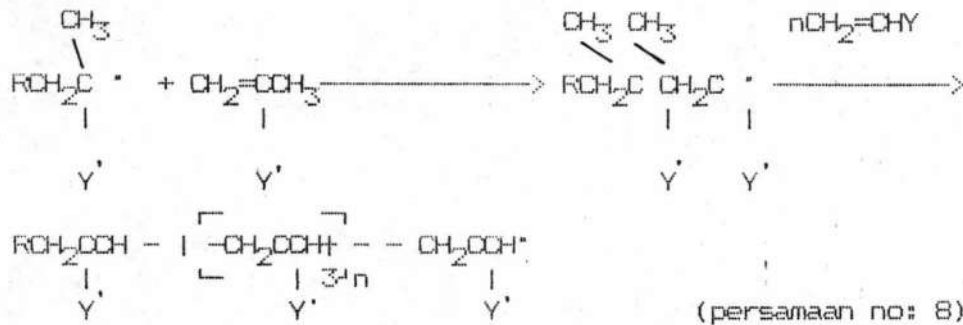
struktur 2 dapat ditulis sebagai R' .
selanjutnya reaksi dibawah ini terjadi :



(persamaan no: 7)

b. Propagasi

Tahap ini adalah tahap terbentuknya polimer yang dapat digambarkan dengan persamaan reaksi dibawah ini :

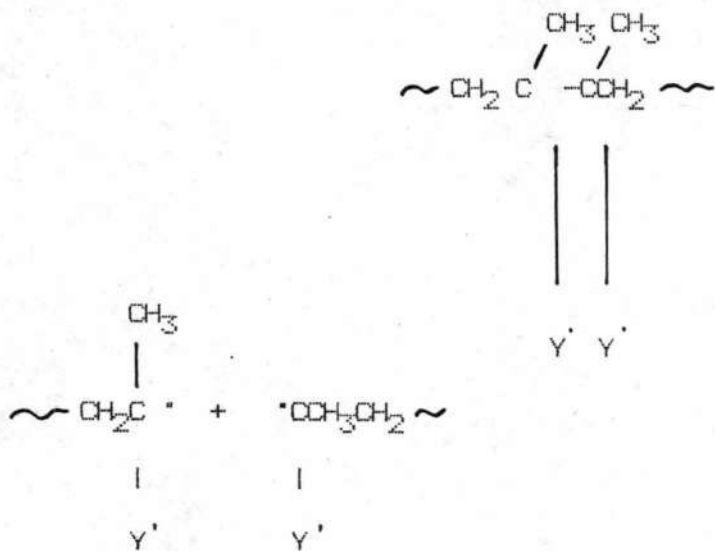


(persamaan no: 8)

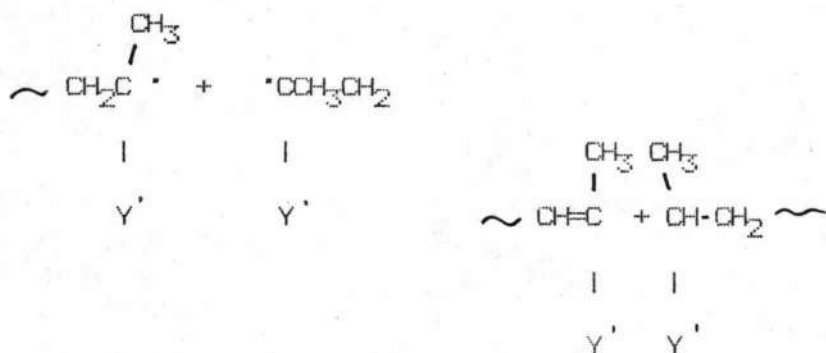
dimana gugus Y adalah COOCH_3

c. Terminasi.

Pada tahap ini terbentuknya polimer radikal terhenti menurut persamaan reaksi no: 9 (disebut dengan radical coupling) dan no: 10 (disebut dengan disproporsionasi).Hal tersebut seperti reaksi dibawah ini :



(persamaan no:9)



(persamaan no: 10)

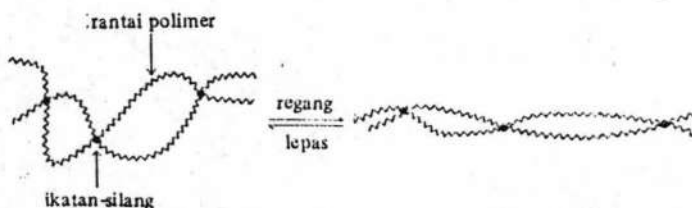
Berdasarkan mekanisme tersebut diatas polimerisasi adisi disebut chain growth polymerization sedangkan polimerisasi kondensasi disebut stepwise polymerization .

Kemungkinan terjadinya langkah-langkah terminasi tergantung konsentrasi inisiator yang digunakan .Makin besar konsentrasi inisiator yang digunakan ,makin besar kemungkinan terjadinya terminasi.Hal ini berarti bahwa polimer yang terjadi merupakan rantai yang lebih pendek .

2.1.3. Proses Crosslinking

Pada sub bab 2.1.1. dijelaskan mengenai perbedaan sifat termoplastis dan termiseting polimer. Yang dimaksudkan perbedaan sifat, terkait dengan dimensional stability. Polimer yang tidak mempunyai sifat dimensional stability mudah dirubah bentuknya. Sifat ini justru penting dan diperlukan sekali untuk membuat bentuk tertentu. Namun polimer semacam ini kurang kuat artinya mudah dideformasi. Oleh karena itu perlu difikirkan suatu proses yang memungkinkan perubahan dari termoplastis menjadi termoset, yang dapat diatur. Hal tersebut dimaksudkan sebagai proses crosslink. Cara mengaturnya menggunakan bahan crosslink. Besar kecil dari bahan crosslink yang digunakan menentukan cepat tidaknya terbentuknya termoset. (Williams & Cunningham, 1979; Combe, 1986).

Contoh proses crosslink adalah vulkanisasi karet. Karet sendiri adalah termoplastis, yang apabila digunakan sulfur (S) proses crosslinking terjadi dan akan menaikkan kekuatan karet. Apabila S yang digunakan cukup banyak maka crosslinking dapat menghasilkan polimer yang termoset (contoh ebonit). Apabila sedikit bahan yang digunakan, maka hasilnya seperti ban mobil yang tidak terlalu termoset dan tidak terlalu termoplastis (Stevens, 1975; Odian, 1981; Hart, 1982; Warsito Hardjosudirdjo, 1990).



Gambar 1 : rantai polimer crosslink

Bahan crosslink mempunyai sifat yang menambah atau menaikkan sifat mekanis, sehingga digunakan sebagai bahan campuran bahan gigi tiruan (Odian, 1981: Cabe, 1987).

2.2. BERAT MOLEKUL POLIMER

Berbeda dengan kebiasaan pada sintesa zat organik ,suatu zat polimer tidak dilakukan pemurnian hasil.Artinya polimer yang didapatkan adalah suatu polydispers .

Contoh: Proses polimer semacam ini didapatkan pada pembuatan basis gigi tiruan resin akrilat yang sering digunakan di bidang kedokteran gigi .

Identitas polydispers ditentukan dengan penentuan B.M. rata rata ,misalnya pada proses crosslinking (lihat sub bab 2.1.3.) . Hasil crosslinking yang sudah terjadi dapat diamati dari B.M hasil proses . Makin besar crosslinking yang terjadi , makin besar berat molekulnya .

Ada tiga macam konsep B.M. rata rata yang digunakan untuk,identifikasi polydispers .

Number average of molecular weight (M_n) yang dirumuskan sebagai berikut :

$$M_n = \frac{\sum N_i \cdot M_i}{\sum N_i}$$

N_i = banyaknya mol polimer dengan derajat polimer i .

M_i = B.M. dari polimer dengan derajat polimerisasi i .

Derajat polimerisasi yang dimaksud adalah derajat polimerisasi absolut.

Weight average of molecular weight (M . W) yang dirumuskan sebagai berikut :

$$M_w = \frac{\sum m_i \cdot M_i}{\sum m_i}$$

m_i = berat polimer dengan derajat polimerisasi i .

M_i = berat molekul polimer dengan derajat polimerisasi i .

Viscosity average of molecular weight (M.V) yang dirumuskan sebagai berikut :

$$M_v = \frac{\sum (m_i \cdot M_i)^{1/a}}{\sum m_i}$$

a = konstanta .

2.2.1. Metode Viscosimetry

Didalam tesis ini penentuan B.M. rata rata dilakukan dengan metode viskositas, menggunakan oswalt viskosimeter .Dari percobaan ini viskositas relatif dapat ditentukan .Yang dimaksud dengan viskositas relatif adalah sebagai berikut :

$$\eta_{rel} = \eta / \eta_0 = t / t_0$$

η dan η_0 adalah viskositas suatu zat dan pelarut

pada unit yang sama dan sebanding dengan waktu alir (t dan t_0) .

Dari viskositas relatif dapat dihitung viskositas spesifik yang dapat dijabarkan sesuai perumusan sebagai berikut :

$$\eta_{sp} = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} = \frac{t - t_0}{t_0} = \eta_{rel} - 1$$

akhirnya dapat ditentukan viskositas intrinsik , yang dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$\eta_{red} = \text{reduced viscosity} = \eta_{sp} / c$$

$$\eta_{inh} = \text{inherent viscosity} = \ln \eta_{red} / C$$

$$\eta_{intrinsik} = \eta = (\eta_{sp}/C)_{c=0} = (\eta_{inh})_{c=0}$$

Apabila harga viskositas intrinsik diketahui , maka M_v dapat ditentukan dengan menggunakan rumus Mark Houwink $\eta = K \cdot M^a$ dimana K dan a adalah konstanta dari polimer dan pelarutnya (Moore, 1962 ; Stevens, 1975 dan Saunders, 1976).

2.3. PERSYARATAN BASIS GIGI TIRUAN

Menurut Smith (1973) dan Combe (1986) , bahan untuk membuat basis gigi tiruan hendaknya memenuhi syarat sebagai berikut :

- 2.3.1. tidak beracun dan tidak mengiritasi jaringan mulut.
- 2.3.2. tidak dipengaruhi oleh cairan mulut.
- 2.3.3. Elastisitas modulus yang tinggi sehingga

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA
meskipun dalam ukuran yang sangat tipis masih mempunyai kekuatan yang cukup.

- 2.3.4. Tidak mudah berubah bentuk apabila mendapat tekanan .
- 2.3.5. Mempunyai kekuatan transversa yang cukup besar.
- 2.3.6. Mempunyai titik leleh yang lebih tinggi dari suhu makanan atau cairan yang masuk kedalam mulut.
- 2.3.7. Harus memberikan estetika yang baik dan tidak berubah warna serta bersifat translusen.
- 2.3.8. Bersifat radioopak ,sehingga apabila terjadi keadaan tertelan dapat dilakukan pemeriksaan rontgenologi .
- 2.3.9. Apabila patah dapat dilakukan reparasi .
- 2.3.10. Mudah dibersihkan dan relatif murah .
- 2.3.11. Memenuhi persyaratan mekanis dan bersifat biokompatibel .

Sampai saat ini belum ada bahan yang memenuhi semua persyaratan seperti yang disebutkan di atas. Bahan resin akrilat dikembangkan untuk mendapatkan hasil seperti yang diinginkan.

Smith (1973) ; Anderson (1972) ; (P r i c e , 1986) mengatakan bahwa dengan menggunakan co polymer woven glass fabric, rubber graftcopolymer atau elastomer rubber graftcopolymer akan dihasilkan suatu resin yang mempunyai kekuatan impak yang lebih besar.

modifikasi bahan resin akrilat sehingga mendapat kekuatan yang meningkat dapat ditambahkan bahan crosslink , bahan kopolimer.

2.4. PERBEDAAN SIFAT RESIN AKRILAT JENIS HEAT CURED DAN COLD CURED .

Resin akrilik jenis heat cured mempunyai perbedaan dengan jenis cold cured antara lain seperti :

2.4.1. Metode mengaktifkan Benzoyl peroksida •

Pada jenis heat cured , proses polimerisasi berlangsung dengan panas. Apabila suhu naik di atas 60°C maka benzoyl peroksida akan mengalami dekomposisi menjadi radikal bebas. Radikal bebas yang terbentuk akan bereaksi dengan monomer.

Pada resin jenis cold cured:

Di dalam mengaktifkan benzoyl peroksidanya agar terbentuk radikal bebas digunakan aktivator zat kimia yaitu golongan amine, seperti dimethyl p tholuidin , sehingga polimerisasi dapat berlangsung pada suhu kamar (Anderson, 1972; Fraunhofer, 1975; O'Brein dan Rydge , 1978 dan Craig et., al., 1979).

Perbedaan metode aktivasi benzoyl peroksida tersebut menghasilkan perbedaan lama proses polimerisasi. Menurut Gardjito (1981) waktu yang tepat untuk proses polimerisasi heat cured ialah 80°C selama 90 menit ditambah 30 menit selama mendidih (100°C). Sedangkan untuk jenis cold cured menurut Phillips (1973) lama proses polimerisasi diperlukan waktu yang lebih singkat, seperti pada salah satu merk, hanya diperlukan waktu

sekitar 20 menit.

2.4.2. Monomer sisa setelah polimerisasi berlangsung

Jenis heat cured : 0,2% - 0,5%
cold cured : 5% (Phillips *et. al.*, 1969;
 Anderson, 1972).

2.4.3. stabilitas warna resin akrilat

jenis heat cured : stabil
cold cured : kurang stabil sehingga akan
 cepat mengalami perubahan warna (Anderson, 1972).

2.4.4. perubahan kesaksamaan dimensi setelah polimerisasi berlangsung

Jenis heat cured : 2%
cold cured : kurang 0,1%
 (Anderson, 1972 ; Craig *et. al.*, 1979)

2.4.5. Kekuatan transversa

heat cured : cold cured = 100 : 80
 Hal ini terjadi karena adanya perbedaan berat molekul polimer pada akhir proses polimerisasi.
 (Phillips,*et. al.*1969 ; Anderson, 1972)

2.4.6. Perbandingan serbuk dan cairan pada adonan.

heat cured * : 3,3 ml : 1 ml (isi/isi)
 2,5 gram : 1 gram (berat/berat)
 2,3 gram : 1 ml (berat/isi)

cold cured ** : 7 : 2 dengan tekanan
 5 : 2 tanpa tekanan,
 dengan waktu polimerisasi
 selama 10 menit.

2.4.7. Komposisi serbuk dan cairan

heat cured : serbuk polimer terdiri dari

2.4.7.1. komposisi utama polymethylmetacrylat .

2.4.7.2. inisiator benzoyl peroksida (0,5%).

2.4.7.3. pigmen tercampur dalam polimer.

Cairan monomer terdiri dari :

2.4.7.4. methylmetacrylate

2.4.7.5. inhibitor (hydroquinon) sedikit

2.4.7.6. cross linking agent (ethylene glycol
dimetacrylate)

2.4.7.7. ko polimer.

cold cured :

komposisi serbuk maupun cairan sama dengan jenis heat cured , perbedaannya terletak pada susunan cairan yaitu : pada 'cold cured resin akrilat ditambah aktivator seperti tertiary aromatic amines (dimetyl p toluidin). (Farrell, 1971; O'Brain dan Rydge ,1978;Combe,1986 dan Cabe ,1987).

2.5. TRANSVERSE STRENGTH (kekuatan transversa)

Apabila suatu gigi tiruan patah dan dilakukan tindakan reparasi dengan proses heat cured ataupun cold cured diharapkan mempunyai ketahanan terhadap bahan pada waktu berfungsi. Pengujian terhadap kekuatan beban yang akan mengakibatkan lenturan dan patahnya resin akrilat tersebut ialah dengan uji terhadap transverse strength . Yang dimaksud dengan transverse strength (TS) ialah suatu uji ketahanan pada batang uji yang didukung pada masing-masing ujungnya dibawah suatu kekuatan beban tertentu, dengan formula matematik sebagai berikut :

$$S = \frac{3 L P}{2 b d^2} \quad \text{kg/cm}^2$$

S = transverse strength

L = panjang/jarak pendukung (cm)

P = beban (kg)

b = lebar (cm)

d = tebal (cm)

Ukuran batang uji yang digunakan berukuran panjang x lebar x tebal = 65 mm x 10 ± 0,03 mm x 2,5 ± 0,03 mm.

(Skinner, 1958; Kelly, 1967; Peyton dan Craig, 1971; A.D.A. no:12, 1974; Ruyter et. al., 1980). Beyli dan Fraunhofer ,1981 ;Chitchumnong ,et.al,1989).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Leong dan Grant (1971) didapatkan hasil bahwa resin akrilat jenis heat cured

yang direparasi dengan jenis cold cured akan menghasilkan jenis nilai transverse strength yang lebih rendah dari semula. Dari penelitian sebelumnya oleh Stanford, Burns dan Paffenbarger (1955, cit Leong dan Grant, 1971) didapatkan hasil 80% dari kekuatan semula apabila digunakan jenis heat cured dan 60% apabila digunakan jenis cold cured. Sedangkan oleh Mc Crorie dan Anderson (1960 cit Leong dan Grant, 1971) hanya didapat sebesar 57%. Dari penelitian Ware dan Docking (1950, Cit Beyli dan Von Fraunhofer, 1980) hasil reparasi resin akrilik dengan proses jenis heat cured menghasilkan nilai transverse strength sampai 75% dari bahan semula.

Sedangkan menurut Haryo.M.Dipoyono (1984), transverse strength heat cured pada hasil reparasi sebesar 77,93% dan 69.92% apabila digunakan jenis cold cured.

Kekuatan cold cured resin akrilik hanya 80% dibandingkan jenis heat cured. Hal ini dikarenakan kekuatan dari resin akrilik di atur oleh berat molekul yang terbentuk oleh derajat polimerisasi, yaitu berat molekul jenis heat cured lebih besar dari pada jenis cold cured pada akhir proses polimerisasi (Phillips, et. al., 1969). Kenaikan berat molekul inilah yang menyebabkan kenaikan kekuatannya. Perbedaan kekuatan pada jenis cold cured kemungkinan disebabkan oleh adanya kandungan monomer sisa (Muramatsu, 1977 ; Economon et.al ,1980).

‡ AD Inernational Limited Detrey Materials Divisions
London England.

‡‡ Dentimex - Zeist Holand.

2.6. SISTEM KEKEBALAN TUBUH

Menurut Kresno (1984) dan Roitt (1985) di dalam tubuh terdapat suatu sistem yang disebut sistem Limforetikuler. Sistem ini merupakan jaringan atau kumpulan sel yang letaknya tersebar di seluruh tubuh, misalnya didalam sumsum tulang, kelenjar limfe, limpa, thimus dan organ lain. Jaringan ini terdiri atas bermacam-macam sel yang masing-masing dapat menunjukkan tanggapan terhadap suatu rangsangan, baik secara langsung maupun dengan cara melepaskan zat-zat tertentu. Rangsangan terhadap sel-sel tersebut terjadi apabila ke dalam tubuh masuk suatu zat yang oleh jaringan tadi dianggap asing, yang disebut antigen.

Bila sistem imun mendapat rangsangan antigen, maka ada dua jenis tanggapan imunologik yang dapat terjadi, yaitu tanggapan imunologik non spesifik dan tanggapan imunologik spesifik.

2.6.1. Tanggapan Imunologik non spesifik

Salah satu upaya tubuh untuk mempertahankan diri terhadap masuknya antigen adalah dengan meniadakan antigen tersebut secara non spesifik dengan cara fagositosis. Di dalam hal ini makrofag memegang peran penting, disamping neutrofil, eosinofil dan monosit. Supaya dapat terjadi fagositosis, maka sel-sel fagosit tersebut harus berada dalam jarak dekat dengan partikel atau antigen sasaran, dan hal ini dimungkinkan berkat dilepaskannya substansi yang disebut faktor leukotaktik atau kemotaktik. Diperlukan pula opsonin, yaitu imunoglobulin bersama sistem komplemen yang melapisi permukaan sel atau antigen sasaran

sehingga memudahkan sel itu difagositosis.

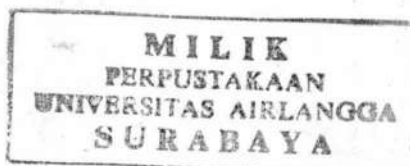
Fagositosis adalah proses dimana benda asing, misal bakteri dimakan lekosit. Fungsi ini akan berlangsung apabila ada rangsang masuknya bakteri patogen atau masuknya benda asing. (Ogmundsdottir, 1980; Meltzer et.al,1982, Roitt,et.al ,1985 ; Roitt, 1985)

Sel-sel fagosit (makrofag) mempunyai beberapa fungsi utama yang saling terkait yaitu :melangsungkan proses fagositosis, melaksanakan reaksi sitotoksik ,mengolah dan menyajikan antigen kepada sel limfosit T dan B ,dan menghasilkan limfokin terutama Interleukin 1. (Adams et al, 1982; Kresno ,1984;Bendtzen, 1985; Roitt et.al ,1985).

Sistem fagositosis terdiri dari 2 sistem yang saling melengkapi dan berkembang dari alur Mieloid. Kedua buah sistem tersebut adalah : sistem fagosit sel polimorfonuklir dan sistem fagosit sel berinti tunggal atau monosit. (Roitt, 1985)

Sel utama pada sistem fagosit sel polimorfonuklir adalah netrofil, yang dibentuk di dalam sumsum tulang kemudian migrasi ke dalam peredaran darah.

Sel utama kedua, pada sistem fagosit sel polimorfonuklir adalah eosinofil, yang berkembang di dalam sumsum tulang, sebelum migrasi ke dalam aliran darah dan ke jaringan tubuh. Eosinofil berfungsi utama yaitu : menghancurkan larva cacing ,sedang menetralisasi faktor radang,adalah fungsi utama sel mas dan basofil.



Sistem fagosit sel berinti tunggal terdiri dari populasi sel yang disebut makrofag. Sel ini juga berperan didalam sintesis protein pada sistem komplemen dengan mengeluarkan faktor yang mempengaruhi proses peradangan dan mengatur tanggap kekebalan dengan mengeluarkan glikoprotein seperti Interferon, Inteleukin 1.

Makrofag tersebar diseluruh bagian tubuh. Makrofag muda yang terdapat pada aliran darah disebut monosit. Makrofag dewasa yang ditemukan dalam jaringan ikat disebut histiosit, di perbatasan sinusoid hati di sebut sel Kupffer. Makrofag di otak disebut mikroglia dan di paru-paru disebut makrofag alveolar. (Adams et. al, 1982 ; Meltzer at.al ,1982 ; Roitt et.al ,1985; Roitt ,1985).

Tanggap kekebalan humoral mempunyai peranan penting di dalam sistem fagositosis melalui pengaktifan komplemen pada proses kemotaksis. Fagositosis bakteri oleh makrofag merupakan suatu mekanisme pertahanan induk semang yang sentral dimana antibodi dan komplemen nampak memainkan peranan penting. (Bendtzen,1985 ;Schneider dan Dy ,1985).

2.6.1.1. Pengujian Fungsi Fagosit.

Kepentingan pengujian fungsi fagosit , karena sistem fagositosis merupakan mekanisme awal pertahanan tubuh setelah masuknya antigen.

Metoda pengujian fungsi fagosit dapat dilakukan secara in-vivo, diantaranya ialah metode Carbon Clearance Test , yang berdasarkan pada kecepatan eliminasi partikel karbon dari

darah oleh sel-sel fagosit.

Pada uji pembersihan karbon in-vivo stimulasi aktivitas pembersihan sistem reticulo endotelial, dari suspensi kolloid partikel karbon (tinta pelikan) dari darah tikus yang diinjeksi intra venous, merupakan ukuran efisiensi fungsional dari sistem reticulo endotelial / fagosit mononuklear. (Floch, et. al., 1984; Halpern, et. al., 1951). Pada uji pemberian partikel karbon eliminasi dilakukan oleh makrofag seperti pada organ paru-paru, hati dan limpa. Hal ini merupakan dasar dari Carbon Clearance tersebut (Mine, et. al., 1983), dan sesuai pada penelitian Biozzi, Halpern, Stiffel dan Benacerraf. Para penulis ini memperoleh siapan karbon koloida yang bersifat stabil dalam aliran darah dan tidak menimbulkan Trombosis dalam paru-paru. Partikel-partikel karbon memiliki ukuran yang merata dan berdiameter 2.500 nm. Bilamana sediaan diinjeksikan melalui pembuluh darah maka karbon akan dicerna oleh fagosit intraseluler dalam hati dan limpa. Sel-sel Kupffer yang terdapat di hati mengambil sekitar 90% dan makrofag limpa 10%. Dengan dosis yang telah dibakukan, angka pembersihan dari aliran darah proporsional dengan aktifitas fagositik retikuloendotelial.

Angka fagositosis tergantung dari konsentrasi awal, sebanding dengan konsentrasi dalam darah, dan berbanding terbalik terhadap jumlah karbon yang telah difagositosis. (Weir, 1978).

Indeks fagositosis (K) dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$K = \frac{\log C (1) - \log C (ke n)}{T (n) - T (1)}$$

Keterangan :

K = konstanta eliminasi karbon dari darah oleh fagosit dalam fungsi waktu.

C (n) dan C (1) = konsentrasi karbon dalam darah yang dinyatakan dalam mg/ml pada interval waktu (1) menit sampai ke menit (n)

T (n) dan T (1) = saat pengambilan darah yang dinyatakan dalam menit. (Weir, 1978 ; Bendryman Soedjoko, 1988)

2.6.2. Tanggap Imunologik Spesifik

Tanggap imunologik spesifik dimulai dengan aktivitas makrofag yang telah memproses antigen demikian rupa hingga dapat menimbulkan interaksi dengan sel-sel sistem imun. Dengan rangsangan antigen ini sel-sel sistem imun berproliferasi dan berdiferensiasi hingga menjadi sel yang memiliki kompetensi imunologik dan mampu meniadakan antigen.

Walaupun antigen pada kontak pertama (tanggap primer) ini dapat ditiadakan dan sel-sel sistem imun kemudian mengadakan involusi , namun tanggap primer tersebut sempat mengakibatkan terbentuknya kelompok sel yang disebut memory cell yang dapat

mengenali antigen itu. Apabila macam antigen yang sama dikemudian hari masuk ke dalam tubuh, maka kelompok sel tersebut mengadakan tanggap terhadap antigen itu secara spesifik (tanggap sekunder).

Ada tiga macam tahapan dalam timbulnya imunitas spesifik, yaitu :

2.6.2.1. Aktifitas reaksi imunologik bersifat seluler, berupa proliferasi dan diferensiasi populasi sel yang dikenal sebagai limfosit T. Limfosit T. ini berubah menjadi sel-sel yang dapat menghancurkan antigen secara langsung atau dengan cara mengeluarkan limfokin. Sel ini disebut sel T-efektor (T-sitotoksik). Di samping itu populasi limfosit ini dapat juga berubah menjadi sel-sel yang mengatur produksi antibodi oleh sel B atau sel plasma dan juga mengatur aktivitas sel efektor. Sel-sel ini disebut limfosit T-penolong (helper) dan limfosit T-penekan (supressor).

2.6.2.2. Aktifitas reaksi bersifat humoral, berupa perubahan populasi limfosit B menjadi sel plasma yang dapat melepaskan antibodi ke dalam darah. Antibodi ini berikatan dengan antigen yang masuk dan membentuk kompleks yang mengaktivasi komplemen. Akibatnya adalah netralisasi kompleks tersebut.

2.6.2.3. Interaksi antara tanggap imunologik seluler dengan tanggap imunologik humoral, diantaranya dikenal dengan tanggap seluler tergantung antibodi .

Berdasarkan adanya mekanisme reaksi imunologik yang berbeda, maka uji terhadap fungsi tanggap imunologis digolongkan dalam jenis-jenis uji (test) tanggap imunologis seluler dan uji

(test) tanggap imunologis humoral.

Uji tanggap imunologik seluler dilakukan apabila ada indikasi devisiensi atau disfungsi sel T yang merupakan latar belakang berbagai kelainan imunopatologik, diantaranya pada keadaan autoimun, penyakit kompleks imun, dan lain-lain.

Ada 2 kelompok uji (test) tanggap imunologik seluler ini, yaitu pengukuran jumlah populasi serta sub populasi limfosit dan pengukuran kemampuan fungsional limfosit.

Pengukuran kemampuan fungsional limfosit in-vitro seperti :

a) tanggap terhadap mitogen, antigen dan sel alogenik, serta b) kemampuan pembentukan imunoglobulin atau limfokin dan c) kemampuan untuk menyebabkan sitotoksisitas seluler.

Yang perlu diperhatikan adalah penentuan fungsi tanggap imunologik seluler secara in-vitro tidak selalu mencerminkan fungsi in-vivonya karena di dalam tubuh banyak faktor lain yang berpengaruh terhadap fungsi limfosit, sehingga ada keterbatasan dalam menafsirkan hasil penentuan kemampuan fungsional tersebut. Tidak ada satupun uji (test) in-vitro yang dapat menyatakan kemampuan fungsional limfosit in-vivo secara tepat, namun hasil pengujian itu dianggap mempunyai korelasi dengan ekspresi biologik limfosit di dalam tubuh.

Pada tanggap imunologik humoral, terjadi perubahan populasi limfosit B menjadi sel plasma, yang dapat melepaskan antibodi ke dalam darah. Secara kolektif molekul antibodi merupakan protein yang disebut imunoglobulin (Ig). Berdasarkan struktur molekulnya imunoglobulin dibagi menjadi 5 kelas yaitu : Ig G, Ig M, Ig D, Ig

A dan Ig E. (Kresno, 1984 ; dan Roitt, 1985; Stites et. al., 1982)

2.7. Pengujian Biokompatibilitas .

(Carpenter, 1975; Weir, 1978; Suzuki et. al., 1986)

Suatu contoh sederhana dari transfer jaringan adalah transfusi darah dan yang lazim misal transplantasi kulit. Apabila suatu transplantasi dilakukan, tanggap masing-masing individu akan bervariasi menurut pengalaman sebelumnya seperti :

2.7.1. Jika penerima memiliki antibodi bersirkulasi terhadap komponen-komponen antigenik dari jaringan yang dicangkokkan (graft), penolakan akut atau hiperakut mungkin akan terjadi. Hal ini merupakan kasus apabila golongan darah ABO donor dan penerima tidak cocok.

2.7.2. Jika kulit atau jaringan lain ditransfer dari seorang individu ke individu lain dari galur yang sama jaringan tersebut kelihatannya dapat diterima beberapa jam atau hari; revaskularisasi terjadi, dan jaringan mempertahankan warna sehat. Jaringan atau organ dapat menerima fungsi normalnya, seperti misalnya ekskresi urine atau produksi hormon. Kendati demikian, jika donor dan penerima secara genetik tidak identik, lima atau enam hari setelah transplantasi jaringan akan bertambah gelap dan keunguan, nekrosis terjadi, dan menjelang 11 hingga 17 hari seluruh jaringan graft terkelupas dan ditolak. Sehubungan dengan organ-organ padat, tanda-tanda awal dari penolakan meliputi hilangnya fungsi. Jaringan menjadi makin banyak kandungan sel-sel mononuklear dari berbagai jenis dalam

proses rejeksi seperti limfosit, monosit, makrofag jaringan dan sel plasma. Tanggap ini dikenal sebagai sekelompok reaksi tahap pertama.

2.7.3. Host yang menjalani reaksi tahap pertama bersifat hipersensitif terhadap graft lain dari donor yang sama atau yang secara genetik identik. Jika graft lain dibuat dari donor, reaksi tahap ke dua timbul. Ini serupa dengan reaksi tahap pertama kecuali penolakannya terjadi lebih cepat.

Karena keberhasilan transplantasi jaringan tergantung pada kemiripan antigen antara sel-sel donor dan sel-sel resipien, maka salah satu cara untuk memperpanjang penerimaan suatu graft adalah pengujian pendahuluan dan pemilihan donor yang paling banyak tersedia. Jika seseorang memiliki akses ke serangkaian antisera uji yang cocok, maka dimungkinkan untuk memastikan antigen-antigen histokompatibilitas atau biokompatibilitas dari resipien dan selanjutnya mencari seorang donor dengan antigen yang paling mendekati.

Pengujian biakan campuran limfosit (Mixed Lymphocytoid Culture / MLC) dilakukan terutama untuk mengetahui apakah ada kecocokan antara donor dengan resipien untuk tujuan transplantasi.

Reaksi limfosit campuran tergantung dari fakta , bahwa limfosit limfosit yang secara genetik tidak mirip dikultur bersama akan mengalami transformasi blast dan mitosis dan masing masing populasi limfosit bereaksi dengan antigen histokompatibilitas asing . Uji tersebut akan menjadi sangat sensitif apabila sediaan thymidine yang berlabel ,blast sel

yang secara aktif melakukan replikasi digunakan sebagai indikator transformasi blast. Limfosit disiapkan dari donor dan resipien dalam satu tempat seperti umumnya biakan campur dilakukan, dan ditambahkan thymidine yang berlabel setelah diinkubasi (biasanya 4-5 hari). Penyerapan thymidine yang berlabel sebagai bukti dari pembentukan DNA, yang sesuai dengan pembelahan sel. Pembelahan sel dan penyerapan thymidine tidak terjadi pada satu atau dua hari pertama. Jumlah thymidine yang berlabel dan yang diikat oleh biakan ditentukan dengan pencacah skintilisasi β kounter. Hal ini akan memberikan suatu indeks perbedaan histokompatibilitas atau biokompatibilitas antar dua individu. Reaksi ini terutama untuk mendeteksi ketidaksesuaian antigen transplantasi utama dan reaksi ini juga tidak mengidentifikasi antigen, melainkan menunjukkan derajat ketidakesuaiannya. Uji seperti ini memiliki dua arah yaitu limfosit donor bereaksi dengan limfosit resipien dan sebaliknya.

2.8. K u l t u r j a r i n g a n

Sampai saat ini bahan-bahan kedokteran gigi distandarisasi melalui uji mekanis dan kimiawi, tetapi jarang dilakukan uji biologi atau imunologi.

Salah satu uji ialah dengan teknik kultur jaringan. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui cytotoxic efek dari bahan. Di dalam kedokteran gigi khususnya dental material, resin akrilat cold cured sering digunakan. Cytotoxic monomer dari resin akrilat jenis cold cured akan berkurang selama proses polimerisasi dan akan berubah non cytotoxic setelah

polimerisasi selesai. Bahan yang digunakan di kedokteran gigi seharusnya biokompatibel. Pengamatan biokompatibilitas dapat dilakukan dengan sarana kultur jaringan. Teknik in vitro sangat berbeda dengan teknik in vivo, karenanya perlu untuk meneliti respon biologi terhadap berbagai bahan kedokteran gigi sebelum digunakan di dalam klinis. Metode in vitro dengan menggunakan kultur jaringan mempermudah kontrol test dan membantu kepastian ketetapan statistik yang lebih baik dari sistem in vivo, sehingga dengan pengembangan teknik kultur jaringan, penelitian invitro memungkinkan menjadi metode penting untuk standarisasi bahan kedokteran gigi secara biologik. (Kawahara, *et. al.*, 1968).

Bahan kedokteran gigi dibedakan dalam tiga tipe ialah :

2.8.1. tipe mouldable atau bisa dicetak dengan pencampuran, cor, atau polimerisasi.

2.8.2. tipe unmouldable untuk test bentuk dan ukuran spesimen, tipe ini termasuk gigi tiruan, bahan implant dan bahan isi saluran akar.

2.8.3. tipe cairan/pasta : tipe ini tidak dapat untuk test bentuk dan ukuran spesimen, misal bahan cetak.

Percobaan in vitro memperlihatkan hasil yang berbeda, tergantung dari ukuran spesimen. (Nakamura, *et. al.*, 1983 ; Nakamura dan Kawahara, 1984)

Waktu yang diperlukan untuk uji dengan sarana kultur jaringan jangka panjang ialah 20 minggu. Waktu ini sudah mencukupi untuk menentukan seluruh kecenderungan. Test biokompatibilitas jangka panjang ini untuk mendapatkan kepastian fungsi yang tepat , karena bahan-bahan kedokteran gigi akan di

insersikan di dalam mulut dalam jangka waktu yang lama.

Sedangkankan untuk penelitian jangka pendek pengamatan dapat dilakukan mulai saat penanaman (0 hari) sampai hari ke 7 dengan pengamatan tertinggi 48 jam. (Kawahara, et. al., 1968).

Menurut Nakamura et. al.(1983), Untuk penelitian jangka pendek diperlukan waktu selama 6 minggu.

Keadaan rongga mulut berhubungan dengan tanggap imun seperti : cairan mulut, suhu, perubahan pH, fauna mulut, obat-obatan, rokok, kontak dengan alat rehabilitasi atau bahan restorasi tak sejenis, masuknya makanan, oral hygiene, yang kesemuanya sangat kompleks pada pengamatan in vivo. Sehingga atas pertimbangan masalah yang kompleks, biaya yang tinggi serta masalah etis para peneliti tetap berpegang pada uji in vitro yang hasilnya cukup memberi kejelasan (Nakamura, et. al., 1983).

Reaksi mulut terhadap gigi tiruan resin akrilat sering meliputi gejala seperti rasa mulut terbakar, kemerah-merahan, dan erosi dari mukosa mulut. Hal ini disebabkan beberapa faktor penyebab meliputi : trauma dari gigi tiruan yang tidak tepat, lokal iritasi kimia, hiper sensitivitas akrilat, radang lokal atau umum akibat reaksi dengan akrilat. Reaksi alergi yang disebabkan oleh monomer akrilat sangat jarang didapat, dan sebenarnya merupakan alergi kontak atau sering disebut Stomatitis Venenata . Gejala ini terlihat pada minggu I. Jikalau polimerisasi sempurna reaksi alergi kontak dapat dihindarkan . (Giunta et. al., 1979 ; Austin & Basker, 1980; Ali et. al., 1986) Reaksi hipersensitivitas terhadap bahan dapat terjadi karena monomer methylmetacrylate adalah bahan yang reaktif dan dapat

menyebabkan alergi kontak dengan bentuk reaksi udem dari kulit dan mukosa. Di sini sering dijumpai kesukaran untuk membedakan antara iritasi dan reaksi alergi (Stungis dan Fink, 1969).

Menurut Giunta, et. al., (1979) alergi kontak karena akrilat cold cured merupakan kasus yang sangat langka. Yang mungkin disebabkan oleh sisa monomer yang akan menimbulkan stomatitis dengan gejala seperti reaksi kemerah-merahan di bawah basis gigi tiruan.

Pada kasus klinis sering dijumpai traumatic ulcer , epulis fissuratum, papillary hyperplasia, sebagai akibat terlalu lama memakai gigi tiruan, occlusal disharmonie , over extended ataupun infeksi candida albicans (Miller, 1973).

Infeksi tersebut dimungkinkan terjadi apabila oral hygiene kurang, sehingga akumulasi plak dapat merupakan media pertumbuhan bakteri. (Nater, et. al., 1978).

BAB III

PERMASALAHAN , TUJUAN PENELITIAN DAN HIPOTESIS

3.1. Landasan teori Latar belakang Permasalahan.

Bahan resin akrilat dalam perkembangannya dibuat berbeda lamanya proses polimerisasi, yaitu jenis heat cured dan jenis cold cured . Jenis heat cured proses polimerisasinya berlangsung dengan pemanasan dalam waktu tertentu , sedangkan jenis cold cured proses polimerisasinya tanpa pemanasan, karena adanya aktifator zat kimia (Leong dan Grant, 1971; Anderson, 1972; Fraunhofer, 1975; O'Brein dan Rydge, 1978; Craig *et.al.*, 1979).

Pada akhir proses polimerisasi akan didapatkan adanya monomer sisa. Untuk jenis heat cured berkisar antara 0,2% - 0,5%, sedangkan untuk jenis cold cured dapat sebesar 5% (Phillips *et.al.*, 1969; Anderson, 1972). Kadar monomer sisa tersebut pada case report yang dilaporkan Cabe dan Basker (1976) dapat menimbulkan keluhan rasa terbakar pada mukosa mulut.

Kadar monomer sisa pada akhir proses dapat berbeda jumlahnya. Penurunan kadar tersebut dimungkinkan karena adanya perlakuan perendaman didalam air (Austin dan Basker ,1980) ataupun lama proses polimerisasi . Jenis heat cured mempunyai jumlah kadar monomer sisa yang lebih kecil dibandingkan jenis cold cured (Austin dan Basker ,1982). Hal ini disebabkan karena adanya faktor suhu yang mempengaruhi kadar monomer sisa . Suhu yang tinggi atau proses yang lama akan

menghasilkan jumlah kadar monomer sisa yang lebih kecil (Ruyter et.al ,1980) .Jenis cold cured didapatkan 3,6 sampai 4,7 kali lebih besar dari pada jenis heat cured , kadar monomer sisanya (Inoue et,al ,1983) .

Untuk dapat memastikan jumlah monomer sisa dapat dipergunakan alat analisa gas khromatografi (Fletcher et.al.,1983 ; Inoue et.al.,1983) .Apabila suatu proses polimerisasi dicapai dengan suhu 80⁰ C selama 90 menit ditambah selama 30 menit mendidih maka akan didapatkan kadar monomer sisa yang minimal tanpa adanya porositas (Gardjito ,1981).

Monomer sisa dapat mempengaruhi atau mengiritasi jaringan mulut .Reaksi jaringan mulut terhadap resin akrilat sebagai basis gigi tiruan kadang kadang meliputi rasa seperti terbakar , kemerah merahan atau erosi mukosa mulut (Giunta et.al.,1979). Kecuali dapat menyebabkan iritasi,monomer sisa dapat mengakibatkan penurunan kekuatan basis gigi tiruan (Ferracane dan Greener,1984).Penurunan kekuatan disebabkan karena monomer sisa dapat berfungsi sebagai plastisiser (Combe.1986).

Untuk pengujian kekuatan terhadap beban yang mengakibatkan lenturan dan patahnya batang uji resin akrilat ialah dengan uji terhadap transverse strength (TS) (Kelly,1967 ; Leong dan Grant ,1971 ; Anderson ,1972 ; Greener et.al.,1972; Ketsmerick ,1974 ;Beyli dan Fraunhofer ,1980 ; Trudso et.al.,1980 dan Johnston et.al.,1981).

Pada proses polimerisasi pertumbuhan rantai polimer

tergantungan dari derajat polimerisasinya (DP). Apabila DP besar maka rantai polimer yang terbentuk akan lebih panjang. Hal ini akan berpengaruh atau proporsional dengan B.M nya. Kenaikan B.M. akan diikuti dengan kenaikan kekuatannya. Pada polimer yang mengandung bahan crosslink akan menghasilkan polimer (network) tiga dimensi. Polimer jenis tersebut rantainya lebih panjang karena adanya crosslinking, DP nya besar sehingga B.M. nya juga besar dan diikuti dengan kekuatan yang besar pula. (Moore, 1962; Farreel, 1971; Phillips, 1973; Stevens, 1975; Gardjito, 1981; Odian, 1981; Billmeyer, 1984; Combe, 1986)

Faktor yang penting untuk dipertimbangkan di dalam kriteria suatu basis gigi tiruan adalah :

- 3.1.1. lama proses polimerisasinya
- 3.1.2. uji terhadap transverse strength
- 3.1.3. kesaksamaan dimensinya (Jeffreys dan Newport, 1952)

Kecuali hal tersebut di atas akibat banyak teknik konstruksi pada proses gigi tiruan maka basis harus juga memenuhi 3 syarat yaitu:

- 3.1.4. Harus dapat disesuaikan dengan jaringan pendukung di mulut atau biokompatibel
- 3.1.5. Mempunyai ketepatan yang stabil
- 3.1.6. Mempunyai kemungkinan yang terbaik dari sifat fisis dan kimia yang dicapai resin akrilat (Grunewald, et.al., 1952).

Resin akrilat jenis cold cured di dalam proses polimerisasinya

lebih cepat dan lebih baik keseksamaan dimensinya yaitu hanya kurang dari 0,1% perubahannya, dibandingkan dengan jenis heat cured yaitu sebesar 2% (Anderson, 1972; Craig *et.al.*, 1979) sehingga bahan resin akrilat jenis cold cured sering digunakan bahan untuk reparasi, sedangkan karena menurunkan kekuatan pada uji transverse strength maka bahan jenis cold cured tidak digunakan sebagai bahan basis gigi tiruan (Jeffreys dan Newport, 1952).

Penggunaan bahan silan telah dianjurkan oleh American Dental Association (A.D.A., 1974), bahwa bahan silan dapat berikatan secara kimiawi pada bahan resin akrilat maupun bahan porselin.

Hal tersebut digunakan karena adanya kegagalan ikatan mekanis antara porselin dengan basisnya, digunakannya bahan silan sebagai bahan crosslink akan menghasilkan ikatan kimia antara basis akrilik dengan bahan porselin (Phillips, *et. al.*, 1969). Pada kelompok bahan tanpa campuran bahan silan akan terjadi penurunan nilai transverse strength (Moffa *et. al.*, 1975).

Gigi tiruan resin akrilat menurut fungsinya akan dipergunakan dalam waktu yang lama. Untuk itu harus mempunyai sifat biokompatibel. Pada uji biokompatibilitas akan dilihat tanggap imunologik dan perlu dilakukan karena bahan-bahan baku gigi tiruan yang sudah distandarisasi melalui uji fisika dan kimia perlu disertakan pula uji biologik, yang sampai saat ini belum dilakukan.

3.2. Dasar penalaran penggunaan Trietoksivynilsilane sebagai pereaksi silanisasi monomer MMA.

Silanisasi monomer methylmetacrylate (MMA) dilakukan dengan penggunaan bahan pereaksi trietoksivynilsilane. Sebelum dibicarakan lebih lanjut perlu diketahui secara runtut beberapa hal sebagai berikut :

3.2.1. Proses pembuatan basis gigi tiruan .

Bahan yang digunakan terdiri dari dua kelompok. Kelompok satu terdiri dari bubuk polimer dan kelompok dua adalah cairan monomer .

Sesuai spesifikasi American Dental Association No:12(1974) disebutkan bahwa komposisi basis gigi tiruan resin akrilat dibedakan dalam dua tipe yaitu : heat cured polymers dan cold cured polymers(Anderson ,1972 ; Williams & Cunningham 1979 ; Phillips 1982 ; Combe 1986 ; Cabe,1987)..

Bila serbuk (polimer) dan cairan (monomer) dicampur maka akan terjadi suatu fenomena dengan tingkatan tingkatan yang ,diklasifikasikan oleh Anderson (1972) sebagai berikut :

Dikenal empat tingkatan reaksi fisik dari pencampuran serbuk dan cairan resin akrilat (masa plastis).

Tingkatan 1 : Polimer perlahan-lahan menyebar ke dalam monomer dan agak cair. Tingkatan ini disebut sandy stage atau granular stage.

Tingkatan 2 : Monomer akan melarutkan butir-butir polimer, dan diselesaikan dengan penetrasi monomer ke dalam polimer. Konsistensinya lunak dan lekat serta berserabut. Tingkatan ini disebut sticky stage .

Tingkatan 3 : Monomer akan makin naik, banyak merembes ke dalam polimer dan massa menjadi plastis dan halus. Tingkatan ini sering disebut dough atau gel stage .

Tingkatan 4 : Monomer sudah tidak kelihatan lagi oleh karena penetrasi ke dalam polimer dan ada yang menguap. Massa seperti karet dan disebut rubbery stage .

Tingkatan 5 : Massa telah menjadi padat (hard stage).

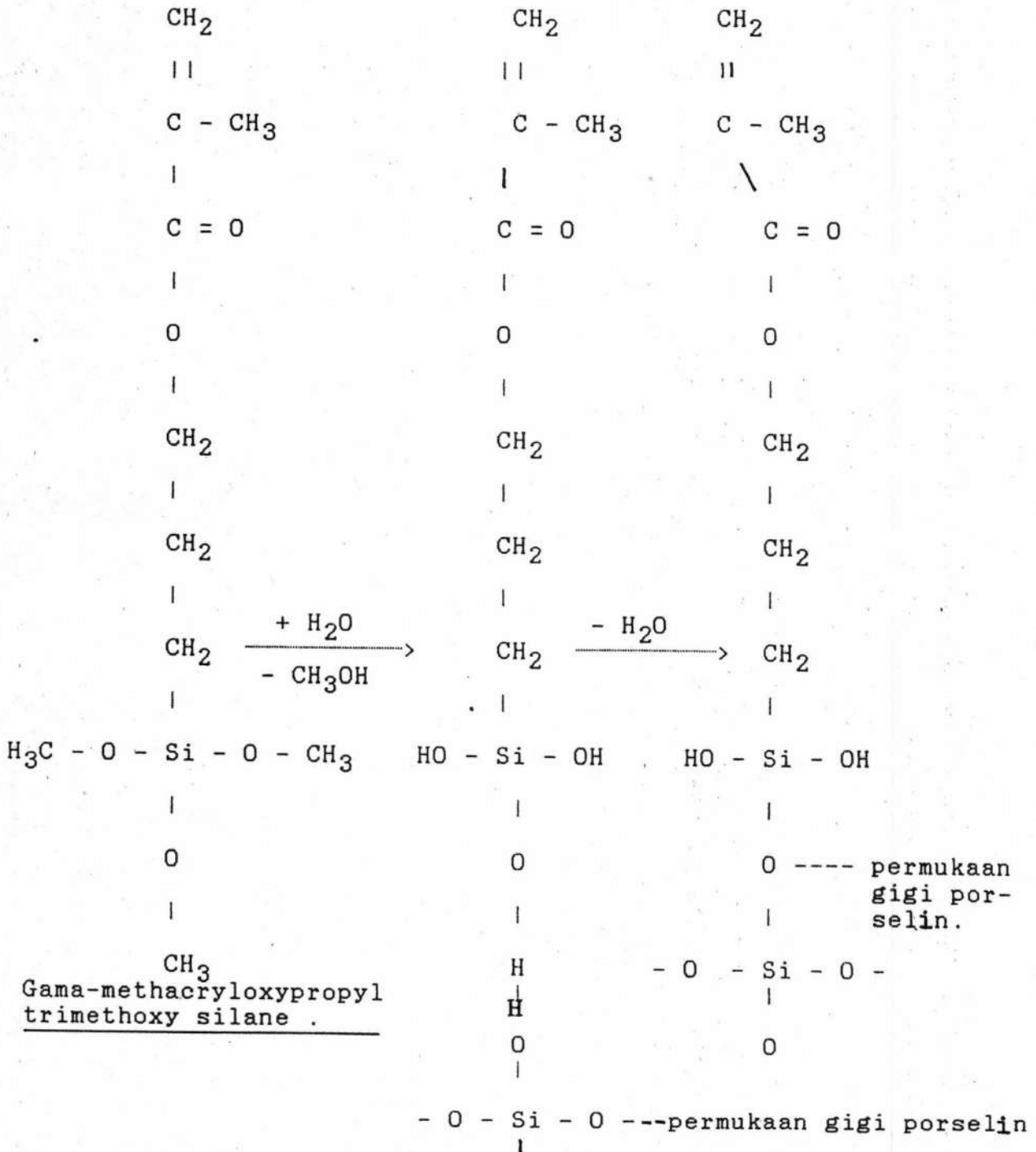
Perumusan proses tingkatan tingkatan tersebut diatas dapat ditafsirkan sebagai berikut :

Penafsiran 1 : Didalam tingkat ini berarti polimer yang berupa serbuk disuspensikan kedalam monomer .Keadaan menjadi berbentuk granuler. Tujuan suspensi adalah mendapatkan zarah yang dikelilingi media sekecil mungkin .Hal ini memudahkan larutnya zarah tersebut.

Pada waktu itu viskositas belum begitu naik secara menonjol.

Penafsiran 2 : Pada tingkat ini berarti terjadi interaksi antar pelarut (monomer) dengan polimer merubah bentuk granuler menjadi linier. Pada tahap ini semua zarah terlarut pada media .Viskositas naik secara nyata .

dengan basisnya, yang terbuat dari bahan resin akrilat. Reaksi yang terjadi dapat dijadikan dasar teori tesis ini, hal ini dikarenakan terjadi reaksi pembentukan silanol dan merupakan rangkaian reaksi selanjutnya. Persamaan reaksi dari percobaan Kazuo Iwamoto seperti dibawah ini :



Ternyata yang penting dari percobaan Kazuo Iwamoto adalah gugus alkoxy(didalam hal ini gugus methoksi CH_3O) didalam proses dapat diganti dengan gugus OH oleh air menjadi hidroksi silan atau silanol .

3.3. Silanisasi Monomer " Methylmetacrylate "

Proses silanisasi pada dasarnya telah dianjurkan oleh A.D.A. spesifikasi 12 (1974) ,karena diduga akan memberikan basis gigi tiruan menjadi lebih kuat .

Silanisasi monomer dapat diartikan suatu tindakan menambahkan bahan silan dengan kadar tertentu ke dalam larutan monomer. (Methylmetacrylate) sebelum proses polimerisasi berlangsung. Bahan tersebut berfungsi sebagai bahan crosslink (Kazuo Iwamoto, 1985).

Bahan silan di dalam proses polimerisasi akan terikat pada rantai polimer secara crosslink(ADA, 1974;Moffa et. al ,1975 ;Faulker dan Harcourt ,1975;Stevens,1975 ;Cabe, 1987 ;Nishiyama et.al,1987).

Penelitian perlekatan pada logam baja dengan akrilik resin atau resin akrilat dengan perantara bahan silan yang dilakukan oleh Faulker dan Halcourt (1975),menunjukkan bahwa perlekatan lebih kuat, dikarenakan terjadi ikatan bahan polimer (organik) dengan bahan anorganik dari logam.

Bahan silan yang digunakan harus dapat bergabung jaringan hidup artinya tidak beracun, tidak menyebabkan kanker, hal ini

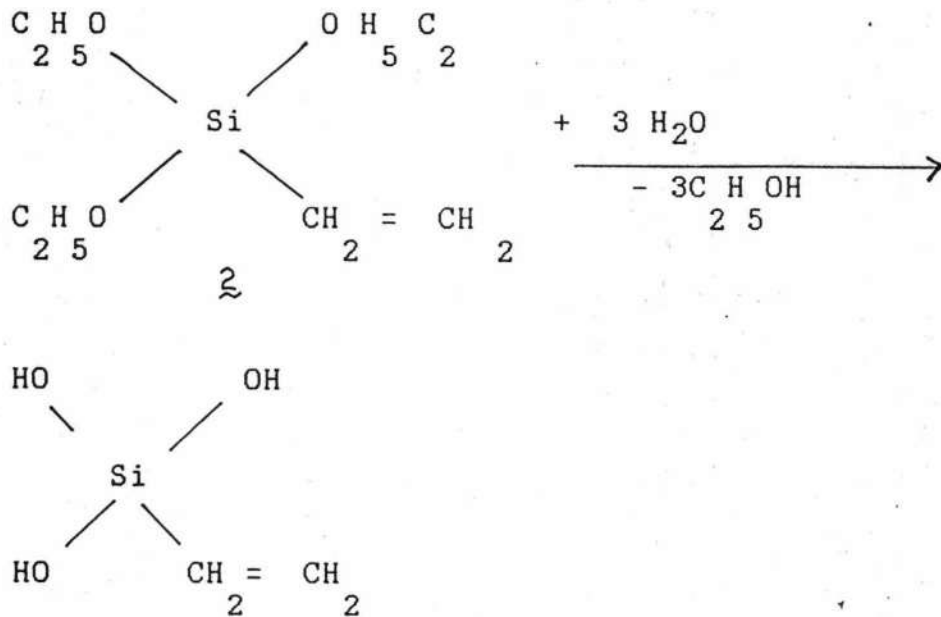
telah dibuktikan oleh suatu penelitian Habal dan Chalian (1974) bahwa suatu bahan silan (Silicone implant) tidak mempunyai sifat beracun, tidak ada perubahan reaksi kimiawi dan reaksi benda asing, bahkan didapatkan perubahan yang minimal pada fibroblast.

3.3.1. REAKSI KIMIA ANTARA RESIN AKRILAT DENGAN BAHAN SILAN

Apabila bahan silan (trietoksi vinyl silane) ditambahkan ke dalam monomer methylmetacrylate (MMA) maka secara teoritis akan terjadi kemungkinan reaksi kimia pada proses polimerisasi sebagai berikut :

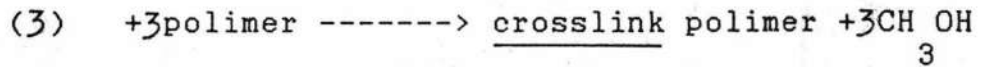
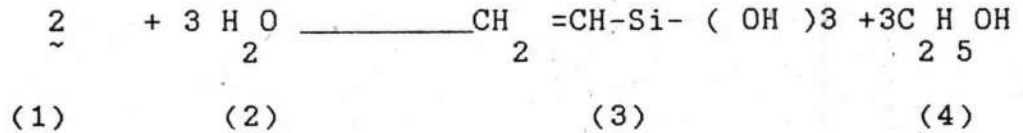
Kemungkinan 1 :

Terjadi proses hidrolisa trietoksivynilsilane menjadi silanol

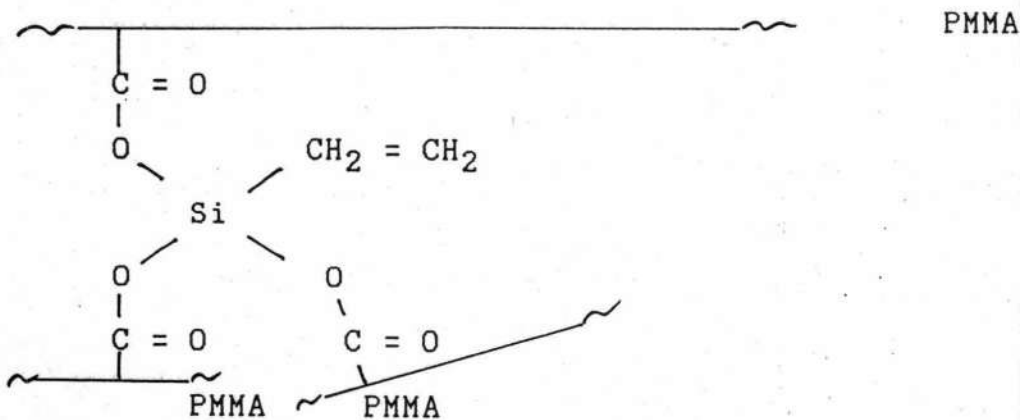


Kemungkinan 2 :

Berdasar pada penafsiran ke 4 maka proses crosslinking terjadi pada tahap ke 5. Reaksi yang terjadi dapat ditulis sebagai berikut :



dari proses reaksi tersebut diatas proses terjadinya crosslink polimer tidak diikuti dengan terbentuknya monomer . Dengan demikian terjadi bentuk polimer (PMMA) sebagai berikut :



Perlu diperhatikan pula kemungkinan reaksi antara monomer dan bahan crosslink , seperti reaksi dibawah ini :



Kemungkinan 3 :

terjadi reaksi dimana gugus silanol bereaksi dengan monomer menjadi filer (dengan konsep reaksi seperti tersebut diatas).

Bertitik tolak dari pernyataan-pernyataan tersebut diatas maka apabila dilakukan silanisasi cairan monomer resin akrilat dengan kadar tertentu pada proses polimerisasi basis gigi tiruan , sebagai upaya peningkatan kekuatan polimer resin akrilat maka timbul permasalahan sebagai berikut:

3.4 Permasalahan

3.4.1. Apakah silanisasi monomer methylmetacrylate akan menaikkan kekuatan polimer resin akrilat pada akhir proses polimerisasi?

3.4.1.1. Apakah silanisasi monomer methylmetacrylate akan menaikkan berat molekul polimer resin akrilat ?

3.4.1.2. Apakah adanya bahan silan pada monomer dapat menurunkan jumlah monomer sisa pada akhir proses polimerisasi ?

3.4.1.3. Apakah silanisasi monomer methylmetacrylate akan menaikkan kekuatan transversa ?

3.4.2. Apakah penambahan bahan silan pada monomer akan terjadi perubahan penyerapan terhadap air ?

3.4.3. Apakah bahan silan dan monomer methyl metacrylate akan mempengaruhi tanggap imunologik pada uji Biokompatibilitas in-vivo dan in-vitro pada hewan percobaan ?

3.4.3.1. Apakah bahan silan akan berpengaruh pada indeks fagositosis dan indeks mitosis pada M.L.C. ?

3.4.3.2. Apakah monomer heat cured berpengaruh pada indeks fagositosis dan indeks mitosis pada M.L.C. ?

3.4.3.3. Apakah monomer cold cured berpengaruh pada indeks fagositosis dan indeks mitosis pada M.L.C. ?

3.5. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan formula baru tentang upaya peningkatan kekuatan polimer resin akrilat dengan cara silanisasi monomernya. Penambahan bahan silan tersebut akan menghasilkan polimer crosslink tiga dimensi, dikarenakan bahan silan dapat bereaksi dengan rantai polimer secara crosslink.

3.5.1. Mendapatkan data dan penjelasan pengaruh bahan silan dan monomer sisa resin akrilat terhadap tanggap sel-sel fagosit

- 3.5.2. Mendapatkan data dan penjelasan pengaruh bahan silan dan monomer sisa resin akrilat terhadap transformasi sel limfosit pada biakan campur limfosit.
- 3.5.3. Menguji mekanisme reaksi yang terjadi apabila suatu monomer resin akrilat ditambah suatu bahan yang diharapkan berfungsi sebagai bahan crosslink.
- 3.5.4. Membuktikan bahwa bahan crosslink dapat menaikkan kekuatan transversa yang proporsional dengan kenaikan berat molekul dan menurunkan jumlah monomer sisa.

3.6. Landasan pemikiran hipotesis

Berdasarkan fenomena Anderson (1972) tentang pembuatan basis gigi tiruan resin akrilat adanya tingkatan reaksi yang terjadi berdasarkan observasi saja. Sehingga perlu dilakukan penafsiran teoritis . Pada penafsiran ke 4 proses crosslinking terjadi pada tingkatan ke 5 .Crosslink polimer yang terbentuk dengan bahan crosslink ethyleneglycoldimetacrylate disertai dengan pembentukan monomer .Perlu diingat bahwa terjadinya crosslink polimer mengakibatkan kenaikan berat molekul tanpa kehilangan monomer . Namun dalam hal ini terbentuknya crosslink polimer diikuti dengan terbentuknya monomer . Pada Reaksi polimerisasi resin akrilat yang monomernya ditambahkan bahan silan ,didalam hal ini trietoksivynilsilane , maka terbentuknya crosslink polimer tidak diikuti terbentuknya monomer . Sehingga

penggunaan bahan silan akan menghasilkan crosslink polimer diikuti dengan kenaikan berat molekul dan penurunan monomer sisa di akhir proses polimerisasi. Kenaikkan berat molekul proporsional dengan kenaikan kekuatan, yang diformulasikan dengan kekuatan transversa.

Bahan silika gel dapat menyerap air, dengan demikian apabila polimer mengandung bahan silan juga akan menyerap air.

Suatu bahan apabila dimasukkan kedalam tubuh, akan terjadi tanggap imunologis yang tergantung dari sifat antigenitasnya. Bahan silan yang ditambahkan, monomer sisa heat cured atau monomer sisa cold cured apabila masuk kedalam tubuh tentunya akan menimbulkan reaksi atau tanggap imunologis. Uji aplikasi tanggap imunologis dapat diformulasikan dengan indeks fagositosis dan indeks mitosis pada M.L.C.

Berdasarkan pernyataan-pernyataan tersebut, dirumuskan hipotesis sebagai berikut :

3.6.1. H i p o t e s i s .

3.6.1.1. Silanisasi monomer methylmetacrylate akan menaikkan kekuatan polimer resin akrilat pada akhir proses polimerisasi .

- a. Silanisasi monomer methylmetacrylate akan menaikkan berat molekul polimer resin akrilat .
- b. Silanisasi monomer methylmetacrylate akan menurunkan jumlah monomer sisa pada akhir proses polimerisasi .

c. Silanisasi monomer methylmetacrylate akan menaikkan kekuatan transversa polimer resin akrilat.

3.6.1.2. Silanisasi monomer methylmetacrylate akan menyebabkan perubahan penyerapan terhadap air .

3.6.1.3. Bahan silan dan monomer heat cured dan monomer cold cured tidak akan mempengaruhi tanggap imunologik pada uji biokompatibilitas invitro dan invivo pada hewan percobaan .

d. Bahan silan tidak berpengaruh pada uji indeks fagositosis dan indeks mitosis di biakan campur limfosit (MLC).

e. Monomer heat cured tidak berpengaruh pada uji indeks fagositosis dan indeks mitosis di biakan campur limfosit .

f. Monomer cold cured tidak berpengaruh pada uji indeks fagositosis dan indeks mitosis di biakan campur limfosit .

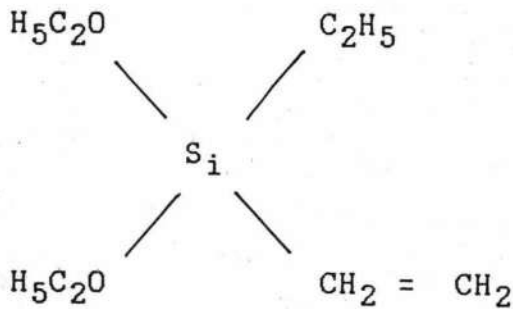
BAB IV
METODA PENELITIAN

4.1. DEFINISI OPERASIONAL IDENTIFIKASI VARIABEL

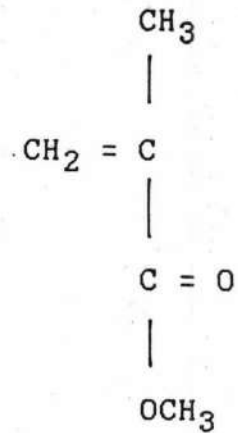
4.1.1. Variabel Bebas

4.1.1.1. Proses polimerisasi PMMA menggunakan pemanasan dengan media air pada suhu 80 °C selama 90 menit ditambah 30 menit sampai 100 °C (mendidih). Hal ini berlaku pada resin akrilat jenis heat cured. Pada jenis Cold Cured dilakukan pada suhu kamar selama 20 menit (tanpa pemanasan).

4.1.1.2. Silanisasi monomer adalah penambahan bahan trietoksi Vynilsilan kadar 2 % dan 4 % ke dalam cairan monomer methylmetacrylate.



trietoksi vynilsilan



monomethylmetacrylate

(MMA)

4.1.2. Variabel Tergantung (terpengaruh)

4.1.2.1. Kekuatan hasil polimerisasi adalah ketahanan basis gigi tiruan resin akrilat untuk menerima beban vertikal (kg).

Pengamatan kekuatan resin akrilat (ADA no.12) melalui uji kekuatan Transversa. Hal-hal yang berpengaruh terhadap kekuatan meliputi :

- a) Berat molekul rata-rata
- b) Monomer sisa

a). Berat molekul rata-rata (BM rata-rata) adalah berat contoh sebanyak 1 mol, tanpa diingat fungsi dari masing-masing molekul dalam memberi besar BM rata-rata secara keseluruhan, dan besar BM rata-rata ditentukan dengan analisa viskositas.

b). Monomer sisa adalah kadar monomer sisa yang didapat pada akhir proses polimerisasi berlangsung. Pengukuran kadar monomer sisa dengan analisa gas kromotografi.

4.1.2.2. Penyerapan air .

c). Penyerapan air adalah perubahan berat hasil basis gigi tiruan resin akrilik direndam di dalam air aqua destilata.

Penyerapan air :

W 1 = sesudah polimerisasi dimasukkan ke dalam tempat hydros sampai berat konstan.

W 2 = setelah dimasukkan air diambil dikeringkan $37^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

W 3 = W 2 dimasukkan ke desikator untuk menghilangkan air.

$$\text{Penyerapan air : \%} = \frac{W_2 - W_3}{W_1} \times 100\%$$

(Amin, et. al., 1981)

4.1.2.3. Respon biokompatibilitas ialah respon dari sel-sel immunokompeten dalam hal ini dibedakan :

a) Respon Immunologis spesifik

meliputi pengamatan dan perhitungan populasi sel-sel limfosit melalui biakan campur limfosit yang mengalami transformasi blast

(mixed lymphocytoid culture).

b) Respon Immunologis non spesifik

meliputi pengamatan dan perhitungan dosis eliminasi karbon oleh sel fagosit pada uji carbon clearance .

4.1.3 .Variabel Kendali

4.1.3.1. Model ukuran batang uji basis resin akrilat

Panjang : 65 mm

Lebar : 10 mm

Tebal : 2,5 mm (ADA Sp No. 12)

4.1.3.2. Merk resin akrilat jenis heat cured :QC detrey. Untuk jenis cold cured merk RR.

4.1.3.3. Bahan silan didapatkan dari bahan triethoxyvinyl silane , digunakan konsentrasi 2 % dan 4 %.

4.1.3.4. Waktu penyimpanan di dalam air (suhu kamar) adalah waktu yang diperlukan untuk perendaman basis resin akrilat di dalam air selama 24 jam dan 48 jam.

4.1.3.5. Hewan percobaan digunakan mencit umur 6 - 8 minggu, berat 25 gram \pm 1 GALUR BALBC.

4.2 . SAMPEL

4.2.1. Penelitian basis polimer dibedakan menjadi:

Kelompok A : Jenis heat cured tanpa silanisasi

Kelompok B : Jenis heat cured + silanisasi 2 %

Kelompok C : Jenis heat cured + silanisasi 4 %

Kelompok D : Jenis cold cured .

4.2.2. Penelitian Biologi

4.2.2.1. Pada biakan campur limfosit dosis monomer heat dan cold cured digunakan kadar 0,2 % .

Pengamatan dilakukan setelah selama 7 hari penyuntikan monomer pada mencit secara intra peritoneal.

4.2.2.2. Pada uji carbon clearance test dosis monomer 0,2% Pengamatan pada hari ke 1; 3; 5; 7; dan 9. Kadar 0.2% didapat melalui uji kultur jaringan dengan sel BHK 21 cara kerja seperti pada bab IV , sub bab 4.5.1.)

4.3. Teknik Pengambilan Sampel

Pada pembuatan batang uji resin akrilat setelah dilakukan proses polimerisasi yang sesuai dengan kelompoknya, dilakukan pengukuran ulang.

Pengambilan sampel dilakukan secara random sesuai dengan masing-masing kelompok.

4.4. Teknik Analisis

Di dalam penelitian ini akan di dapat dua kelompok data yaitu kelompok kontrol/kelompok sebelum perlakuan, dan sesudah perlakuan. Masing-masing terdapat harga

rata-ratanya. Dengan demikian analisa statistik dilakukan dengan teknik Analisa Variansi dan LSD (Least Significant Different).

4.5. Studi Laboratorik

4.5.1. Pembuatan sel monolayer BHK 21

Sel monolayer yang telah konfluen (tumbuh merata) dikatakan telah tumbuh 90 - 100 %, setelah media lama dibuang dan dicuci dengan PBS 2 s/d 3 kali sampai PBS bersih. Larutan trypsin 0,25 % 3 ml ditambahkan pada sel tersebut diratakan keseluruh permukaan. Sel kemudian dimasukkan kedalam inkubator selama 5 menit dan ditambah media eagle yang mengandung serum FCS 10 % sampai homogen, dan sel dibagi kedalam plate yang telah disediakan yaitu dengan lubang sumur 24 lubang. Setelah dibagi di inkubasi selama 24 - 48 jam dan ditunggu sampai sel tumbuh merata. Apabila telah merata dicuci dengan PBS 3 kali dan media diganti yang baru satu ml diinkubasi selama 15 menit, kemudian ditambah satu ml lagi media dan larutan monomer resin akrilik didalam media eagle dengan kadar 0,1 %, 0,2 %, 0,3 %, 0,4 %, dan 0,5 % .Larutan perlakuan dibedakan menjadi tiga yaitu : larutan heat cured, larutan cold cured dan larutan silan/bahan crosslink Plate yang telah diisi bahan perlakuan tersebut diinkubasi selama

24 - 48 jam, dan kemudian dilihat dibawah mikroskop, dihitung jumlah sel yang mati. Jumlah sel awal tiap lubang/well adalah 4×10^5 sel.

Kadar yang digunakan pada uji biakan campur limfosit dan carbon clearance test adalah kadar monomer pada uji kultur jaringan BHK 21 dengan kematian sel dibawah atau lebih kecil dari 50 %. Hasil pengamatan lihat lampiran nomer: 18).

4.5.2. Penentuan Kadar Bahan Silan 2 % dan 4 %

Untuk menentukan kadar bahan silan 2 % dan 4 % dari bahan silan 98 % digunakan cara perhitungan sebagai berikut, misal :

Bahan Silan yang digunakan = y ml

densitasnya = z gram/ml

1 ml Silan = z gram = 0,98 gram Silan Murni

Yml Silan = y . 0,98 . z . gram Silan Murni

Monomer yang digunakan . X_1 ml

densitasnya = p gram / ml

1 ml monomer berat = p gram

X_1 ml monomer, berat = p . X_1 gram

10 cc. (untuk setiap 23 gram bubuk polimer).

Silan 98 % yang digunakan y ml.

Monomer yang dibutuhkan = $(X_1 - Y)$ ml

$(X_1 - Y)$ cc monomer = $(X_1 - Y) p$. gram

Bahan Campuran = $X + (X_1 - Y) p + 0,98 Y . Z$

$$\text{Kadar 2 \%} = \frac{\text{Berat Silan}}{\text{Berat Bahan Campuran}} \times 100 \% = 2 \%$$

$$\frac{0,98 . Y . Z}{X + (X_1 - Y) p + 0,98 Y . Z} \times 100 = 2$$

$$Y = \frac{X + X_1 p}{48,02 Z + p} \quad \text{ml Silan}$$

P = adalah density monomer methylmeta - crylate
(MMA) = 0,9271

Z = density silan = 0,8959 .

X = 23 gram

X_1 = 10 cc

X_1 = 10 - Y

Untuk Kadar 4 %

$$\frac{0,98 Y . Z}{X + (X_1 - Y) p} \times 100 = 4$$

$$X = (X_1 - Y) p = 0,98 Y . Z$$

$$Y = \frac{X + X_1 P}{23,52 Z + P} \quad \text{ml Silan}$$

Dengan demikian kadar 2 % dan 4 % Silan didalam

monomer metacrylate (MMA) telah dapat ditentukan untuk proses polimerisasi.

4.5.3. Analisa gas kromatografi untuk mengukur kadar monomer sisa.

Pembuatan batang uji akrilik mengikuti sistem A.D.A 1974 Gypsum keras yang digunakan dan air suling pada waktu pencampuran digunakan perbandingan 50 gram : 15 ml, diaduk dengan alat vacum selama setengah menit, kemudian dimasukkan kedalam kuvet diatas vibrator. Spesimen atau model logam diletakkan ditengah kuvet didiamkan sampai gypsum mengeras lebih kurang 20 menit. Setelah mengeras diulasi vaselin dan kuvet atas dipasang dituangi gypsum diatas vibrator. Setelah mengeras spesimen logam diambil. Hal ini dilakukan pada 4 kuvet. Pengisian akrilik heat cured dengan perbandingan 23 gram : 10 ml dicampur didalam pot porselin. Sebelum dimasukkan kedalam kuvet cetakan diulasi dengan CMS dan ditunggu sampai kering. Adonan akrilik dalam keadaan dough stage dimasukkan kedalam kuvet, dipres perlahan-lahan, supaya kelebihan akrilik dapat mengalir. Kelebihan akrilik dipotong, kuvet ditutup dan dilakukan proses polimerisasi. Proses ini menggunakan alat, merk Shin Ho station I 80°C selama 1,5 jam, station II 100°C selama setengah jam.

Untuk menentukan kadar monomer sisa, batang uji akrilik dilakukan proses reflux. Akrilik dipotong

kecil kemudian dihaluskan. Setelah ditimbang dimasukkan kedalam labu destilasi yang telah diisi oktanon 20 ml. Reflux ini dilakukan dengan pemanas minyak 220 derajat C selama satu jam dengan pendingin air. Larutan yang didapat dilakukan destilasi, setelah terkumpul dilakukan analisa gas kromatografi. Hasil yang di dapat adalah harga prosentase kadar monomer sisa dari batang uji Polimer Resin Akrilat.

4.5.4. Penentuan berat molekul polimer dengan cara pengukuran viskositas metoda Oswald.

Cara percobaan sebagai berikut :

4.5.4.1. menentukan W zat yaitu berat pikno meter yang berisi pelarut (chloroform) dan polimer PMMA.

4.5.4.2. menimbang W_0 yaitu berat piknometer kosong. ditentukan pula volume piknometer (Vol.p).

Dari ketiga ukuran W zat, W_0 dan Vol.p dapat dihitung density zat / d zat).

4.5.4.3. menghitung kecepatan waktu alir (V zat = detik)

Pada waktu V zat viskosimeter setelah dibersihkan dengan bahan pelarut dan dikeringkan, kemudian diisi dengan pelarut dan zat cair yang diteliti. Zat cair dinaikkan sampai tanda paling atas dan setelah melewati tanda garis stop watch dipijit, demikian pula setelah sampai tanda bawah. Hal ini dikerjakan pada alat dengan suhu 20° .

$$4.5.4.4. \text{Menghitung } \eta_{rel} = \frac{d_a t_a}{d_o t_o}$$

d_a = densiti cairan sampel a.

t_a = waktu alir cairan a pada viskosi -
meter.

d_o = densiti pelarut.

$$4.5.4.5. \text{Menghitung } \eta_{sp} = \eta_{rel} - 1$$

4.5.4.6. Konsentrasi zat yang diteliti (C%) ditentukan
dari zat dalam pelarutnya yaitu mg/100ml.

4.5.4.7. Menghitung η_{sp} / C dan $\log \eta_{sp} / C$.

4.5.4.8. Untuk menentukan harga B.M. yang diperoleh
digunakan persamaan Mark Houwink :

$$\eta = K \cdot M^a$$

η = adalah viskositas intrinsik.

M = berat molekul

K & a = konstanta yang tergantung pada solvent dan
polimer.

Harga K & a untuk monomer methylmetacrylate
dengan pelarut khloroform adalah 6×10^{-5} dan 0,79

$$\log \eta = \log K + a \log M.$$

$$\log M = (\log \eta - \log K) / a$$

$$B.M. = M = 10. (\log \eta_{sp}/C - \log K) / a$$

Perhitungan data tersebut diatas dibantu dengan program lotus 123 , dengan kolom kerja seperti dibawah ini :

w zat	w pikno	Vol.pikno	d zat	V zat(det	η_{rel}	η_{sp}	C (%)	η_{sp}/c	$\log \eta_{sp}/c$	Log B.M.
1										
2										
3										
4										
5										
6										

Wzat = berat zat = zat + $CHCl_3$ + piknometer diukur 6 kali.

Wpikno= ditentukan

d zat = density zat

V zat = kecepatan alir zat dalam tabung viskositas

η_{sp} = specific viscositas = $\eta_{rel}-1$

4.5.5. Uji kekuatan trasversa.

Pengukuran kekuatan transversa mengikuti formula matematik yang telah digunakan. Penambahan beban

ditentukan 1 kg setiap 30 detik sampai batang uji patah. Nilai kekuatan transversa yang didapat menggunakan berat beban yang terakhir. Jarak pendukung ditentukan 60 mm dan batang uji sebelum dilakukan pengukuran kekuatan direndam di dalam air suling Selama 48 jam (ADA.sp No.12,1974).

4.5.6. Pada penelitian Carbon Clearance Test bahan utama yang digunakan adalah bahan monomer Heat Cured; Cold Cured; bahan Silan dan bahan pelarut minyak (olleum olivarum). Bahan lain yang digunakan adalah : Karbon koloidal, yang dibuat dengan mencampur 40 ml tinta cina Pelikan no.22 309 buatan Jerman, yang mengandung 3,2 gram karbon (setiap milimeter mengandung 80 mg karbon) dengan 400 mg gelatin yang telah dilarutkan dalam 40 ml NaCl 0,9 % steril. Kemudian larutan ini dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan NaCl 0,9% steril sampai batas 100 ml. Pada pengenceran ini konsentrasi karbon menjadi 32 mg setiap milimeter.

Hewan percobaan dikelompokkan menjadi 4 kelompok: H (Heat Cured); C (Cold Cured); S (Silan) dan K (kontrol). Masing-masing kelompok perlakuan pada hari ke 0 (nol) disuntik secara intra peritoneal dengan 4 bahan perlakuan dengan kode H;C;S dan K 0,25 ml kadar 0,2 %. Sedangkan kelompok kontrol pada hari ke 0 (nol) disuntik secara intra peritoneal dengan bahan minyak (olleum olivarum) 0,25 ml.

Pada masing-masing kelompok dibagi menjadi 5 group pengamatan yaitu pada hari ke 1 ; 3 ; 5 ; 7 dan ke 9. Dengan demikian masing-masing kelompok ada 5 group sehingga sebelum pengamatan meliputi 20 group dengan masing-masing 6 ekor mencit.

Pada uji Carbon Clearance , dosis karbon koloidal yang disuntikan intravena adalah 16 mg/100 g berat hidup mencit. Kemudian setiap 2 menit sampai menit ke 12, tiap mencit diambil darahnya sebanyak 0,05 ml menggunakan pipet berskala setelah dicuci heparin.

Untuk semua mencit, sesaat sebelum karbon koloidal disuntikan, diambil dulu darahnya sebanyak 0,05 ml dan dihemolisis di dalam aquadest steril, sebagai blanko peneraan spektrofotometer pada angka 0(nol). Spektrofotometer yang digunakan Spectronic 20 buatan Bausch dan Lomb.

Pengambilan darah pada mencit melalui plexus venosus retroorbitalis, sedangkan penyuntikan intravena melalui vena ekor.

Pada tiap sampel darah yang telah diambil, dihemolisis secara terpisah di dalam 4 ml aquadest steril. Kemudian diukur daya absorpsinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 630 nanometer. Hasil pengukuran tersebut dibandingkan dengan standar karbon (kurva baku).

Evaluasi sistem fagositosis dilakukan dengan cara menghitung Indeks Fagositosis (K) sebagai berikut:

$$K = \frac{\text{Log } C_{2'} - \text{Log } C_{12'}}{T_{12'} - T_{2'}}$$

Keterangan:

K = Konstanta eliminasi karbon dari darah oleh sel-sel fagosit dalam fungsi waktu.

$C_{2'}$ dan $C_{12'}$ = konsentrasi karbon dalam darah dinyatakan dalam mg/ml pada jarak waktu 2 menit sampai menit ke 12.

$T_{12'}$ dan $T_{2'}$ = saat pengambilan darah yang dinyatakan dalam menit.

Kurva baku (standar karbon) dari konsentrasi karbon, dibuat dengan cara membuat pengenceran larutan karbon ber konsentrasi : 0,2 ppm, 0,4 ppm, 0,6 ppm, 0,8 ppm, 1,0 ppm, 1,2 ppm, 1,4 ppm, 1,6 ppm, 1,8 ppm, 2,0 ppm, 2,2 ppm, 2,4 ppm, 2,6 ppm, 2,8 ppm, 3,0 ppm, 3,2 ppm, 3,4 ppm, 3,6 ppm, 3,8 ppm, dan 4,0 ppm. Standar karbon ini diukur absorpsinya dengan spektrofotometer dan panjang gelombang yang sama.

Cara pembuatan kurva baku untuk peneraan pada spektrofotometer sebagai berikut :

Masing-masing pengenceran larutan karbon yang telah diketahui konsentrasinya seperti di atas, diambil 2 ml kemudian ditambahkan 0,025 ml darah mencit.

Sebagai blanko, diambil 2 ml aquadest steril kemudian ditambahkan 0,025 ml darah mencit.

4.5.7. Uji Proliferasi Limfosit

Perlakuan pada hewan percobaan sama dengan Carbon Clearene Test .

Kelompok perlakuan ada 3; masing-masing kelompok H; kelompok C; dan kelompok S; seperti pada pengujian Carbon Clearence , dan kelompok kontrol .

Setelah 1 minggu penyuntikan secara intra peritoneal 0,25 ml olleum olivarum yang mengandung masing-masing bahan 0,2 % nya dilakukan preparasi sel limfosit. Pemisahan sel limfosit dengan cara mengambil 10 ml darah mencit yang telah di tambah heparin. Darah heparin tersebut dengan perbandingan 1:1. Larutan Ficoll Histopaque ditambah darah PBS dengan perbandingan 1:2 dipusingkan 2000 RPM (20° C) selama 25 menit.

Diambil serum kemudian interfacenya dan dicuci dengan RPMI 1640 tiga kali, yang pertama dipusingkan 2000 rpm 10 menit yang selanjutnya 1000 rpm masing-masing 10 menit.

Untuk menghilangkan limfosit ditambah ammonium Chloride dipusingkan 1000 rpm 10 menit dicuci dengan RPMI 1640 kemudian dihitung jumlah sel limfosit di bawah mikroskop fase kontras.

Sel limfosit dikultur dalam flat bottomed plate dengan kosentrasi 5×10^6 sel/ lubang (well). Sel di

kultur dengan medium RPMI 1640; Fetal Calf Serum dan penstrep (dengan komposisi RPMI 1640 : FCS 44:5:5000iu/ ml Pen + 5000 iu/ml strep).

Sel limfosit di inkubasikan 37 °C selama 4 hari (stites.et.al,1982).

Selama diinkubasikan sel limfosit dilakukan biakan campur antara masing-masing perlakuan kelompok HH ; SS ;HC ; CS; CC dan kelompok kontrol.

Setelah diinkubasikan selama 4 hari sel limfosit di pulse dengan ³H-Tdr (Thymidine) 0,2 μ Ci / lubang (Well) selama 6 jam. Kemudian di panen dengan automated Cell Harvester dengan menggunakan kertas saring. Setelah kering pada suhu ruang selama semalam. Kemudian kertas dipotong sesuai dengan kode perlakuan dan dimasukkan ke dalam Scintillation vials yang kering ke dalam vial ditambahkan 2 ml Scintillation fluid dan sampel di cacah dengan β - Emission Counter di PPNY Batan Yogya.

Hasil uji proliferasi limfosit dinyatakan dengan jumlah Thymidine (³ H-Tar) yang diserap selama terjadi transformasi blast.Inkorporasi ³H-Tdr dalam limfosit dinyatakan dalam Decay per minute(DPM) indeks mitosis dihitung dengan membandingkan DPM sel yang diaktivasi terhadap DPM kontrol .

HASIL DAN ANALISA HASIL PENELITIAN

Dari penelitian silaninasi monomer methylmetacrylate sebagai upaya peningkatan kekuatan polimer resin akrilat yang didukung studi dengan pendekatan dari segi mekanis, kimiawi dan biokompatibilitas diperoleh hasil sebagai berikut :

5.1. Hasil studi kekuatan polimer PMMA.

5.1.1. Berat molekul polimer resin akrilat (PMMA).

Penentuan berat molekul dengan metode viskositas dilakukan pada tiga kelompok masing-masing : Kelompok A, basis polimer tanpa bahan silan atau kontrol (A0%); kelompok polimer dengan kandungan bahan silan 2% (B2%) dan kelompok polimer dengan kandungan bahan silan 4% (C4%).

Dengan analisa varian dan LSD (Least Significant Different) dapat dievaluasi perbedaan berat molekul bahan polimer kontrol dan polimer hasil silanisasi monomernya. (lihat tabel I).

Harga rerata
Tabel I : Berat molekul polimer resin akrilat kontrol dan hasil silanisasi monomernya.

N	A0% (1)	B2% (2)	C4% (3)
10	1.651.597,20	8.642.187	8.130.356,20
	+ 117.117,8703	+ 219.568,1873	+ 243.420,3497

A0% : polimer kontrol

B2% : polimer Hasil silanisasi monomernya dengan kadar 2%

C4% : polimer hasil silanisasi monomernya dengan kadar 4%

(distribusi B.M lihat lampiran No. 1)

berikut :

Tabel II : Analisa Varian dan LSD berat molekul polimer kontrol dengan hasil silanisasi monomernya.

Sumber Variasi	db.	Jk	RK	F	P
Perlakuan	2	.3037E 15	.1518E 15	3760.	.0000
Galat	27	.1090E 13	.4039E 11		

$$\alpha = 0,05$$

Perbandingan Rerata (LSD)

No.	Perlakuan	X	Notasi
	1	1651597.2	a
	3	8130356,2	b
	2	8642187	c

Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna ($P < 0,05$) antara polimer kontrol (tanpa silaninasi monomernya) dengan polimer hasil silaninasi monomernya dengan kadar 2% dan 4 %. Perbedaan masing masing harga reratanya dengan uji LSD terdapat perbedaan yang bermakna urutan ranking harga rata rata No. 1 atau kontrol berbeda bermakna dengan kelompok perlakuan pada ranking di atasnya, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang bermakna, a dengan b dan c, berarti antar perlakuan berbeda bermakna.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa silanisasi monomer methyl meta crylate kadar 2% dan 4 % dapat menaikkan berat molekul rata ratanya.

Berat molekul rata rata tertinggi pada polimer hasil silaninasi monomernya dengan kadar 2%.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

5.1.2. Monomer sisa polimer resin akrilat (PMMA)

Penentuan hasil monomer sisa digunakan metode analisa gas kromotografi kelompok perlakuan dibedakan menjadi dua kelompok ialah jenis heat cured dan Cold Cured. Pada masing masing jenis dibedakan perlakuan pengukuran monomer sisa setelah direndam selama 24jam dan 48 jam. Hasil jumlah monomer sisa pada akhir proses polimerisasi adalah sebagai berikut : (Tabel III s/d tabel VI)

Tabel III : Monomer sisa (%) Resin akrilat Cold Cured ukuran 10x9x2,5 mm setelah direndam selama 48 jam (CC 48)

N	Kandungan bahan silan pada monomer		
	0%	2%	4%
10	0,1371	0,0504	0,0527
	$\pm 0,0015$	$\pm 0,0013$	$\pm 0,0040$

(distribusi CC 48 lihat lampiran No. 2)

Tabel IV : Harga rata rerata monomer sisa (%) Resin akrilat heat cured ukuran 10x5x2,5 mm setelah direndam selama 48 jam (HC 48)

N	Kandungan bahan silan pada monomer		
	0% (1)	2% (2)	4% (3)
10	0,1762	0,0224	0,1667
	$\pm 0,0061$	$\pm 0,0018$	$\pm 0,0094$

(distribusi harga harga monomer sisa lihat lampiran No 3)

Tabel V : Harga Rerata monomer sisa (%) resin akrilat cold cured, ukuran 10x9x2,5 mm setelah direndam selama 24 jam (CC 24)

N	Kandungan bahan silan pada monomer		
	0% (1)	2% (2)	4% (3)
10	0,1375	0,0530	0,0545
	\pm 0,0017	\pm 0,0039	\pm 0,0058

(distribusi harga harga monomer sisa lihat lampiran No 4)

Tabel VI : Harga rerata monomer sisa (%) resin rerata heat cured ukuran 10x9x2,5 mm setelah direndam selama 24 jam (HC 24)

N	Kandungan bahan silan pada monomer		
	0% (1)	2% (2)	4% (3)
10	0,1793	0,0241	0,1698
	\pm 0,0045	\pm 0,0027	\pm 0,0010

(distribusi harga harga monomer sisa lihat lampiran No 5)

Perbedaan antara masing masing harga reratanya, dibedakan menjadi tiga analisa :

1. Analisa varian dan LSD untuk masing kelompok untuk diuji perbedaan harga rerata kadar bahan silan terhadap kontrolnya (tabel VII, VIII, IX dan X)
2. Analisa varian dan LSD untuk kelompok heat cured yang direndam 24 dan 48 jam. Halini dilakukan karena basis gigi tiruan yang lazim digunakan ialah jenis heat cured (tabel XI)

3. Analisa varian dan LSD untuk seluruh kelompok. Hal ini untuk menguji seluruh harga rerata monomer (tabel XII)

Tabel VII : Analisa varian dan LSD monomersisa Resin akrilat cold cured yang direndam selama 48 jam (CC 48)

Sumber Variasi	db.	Jk	RK	F	P
Perlakuan 1	2	.4886E -1	.2443E -1	3562.	.0000
Galat	27	.1852E -3	.6859E -5		

$$\alpha = 0,05$$

Perbandingan Rerata (LSD)

Kadar	X	Notasi
2%	0,0504	a
4%	0,0527	a
0%	0,1371	b

Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna monomer sisa resin akrilat jenis cold cured yang direndam selama 48 jam ($P < 0,05$) untuk masing masing kadar (0%, 2% dan 4%)

Uji perbedaan harga rerata dengan metoda LSD didapatkan hasil bahwa kadar 0% atau yang kontrol berbeda bermakna dengan kedua group perlakuan kadar 2% dan 4% (notasi b terhadap a), tetapi kadar 2% dan 4% tidak berbeda bermakna (notasi terhadap a)

Tabel VIII : Analisa varian dan LSD monomer sisa resin akrilat heat cured yang direndam selama 48 jam (HC 48)

Sumber Variasi	db.	Jk	RK	F	P
Perlakuan	2	.1481	.7405E -1	1733.	.0000
Galat	27	.1154E -2	.4273E -4		

$$\alpha = 0,05$$

Perbandingan Rerata (LSD)

Kadar	X	Notasi
2%	0,0224	a
4%	0,1667	b
0%	0,1762	c

Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna ($P < 0,05$) monomer sisa resin akrilat jenis heat cured yang direndam selama 48 jam untuk masing masing kadar (notasi a (2%) terhadap b (4%) b (4%) terhadap c (0%) dan a (2%) terhadap c(0%) berbeda huruf berarti terdapat perbedaan yang bermakna)

Tabel IX : Analisa varian dan LSD monomer sisa resin akrilat cold cured yang direndam selama 24 jam (CC 24)

Sumber Variasi	db.	Jk	RK	F	P
Perlakuan	2	.4677E -1	.2338E -1	1330.	.0000
Galat	27	.4748E -3	.1758E -4		

Perbandingan Rerata (LSD) . $\alpha = 0,05$

Kadar	X	Notasi
2	0,0530	a
4	0,0545	a
0	0,1375	b

PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna ($P < 0,05$) monomer sisa resin akrilat jenis cold cured yang direndam selama 24 jam untuk masing-masing kadar. Pada uji LSD kadar 0% atau kontrol berbeda bermakna dengan group resin akrilat kadar silan 2% dan 4% sedangkan pada group 2% dan 4% tidak berbeda bermakna.

Tabel X : Analisa varian dan LSD monomer sisa resin akrilat heat cured yang direndam selama 24 jam (HC 24)

Sumber Variasi	db.	Jk	RK	F	P
Perlakuan	2	.1512	.7561E -1	7525.	.0000
Galat	27	.2713E -3	.1005E -4		

$$\alpha = 0,05$$

Perbandingan Rerata (LSD)

Kadar	X	Notasi
2%	0,0241	a
4%	0,1698	b
0%	0,1793	c

Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna ($P < 0,05$) monomer sisa resin akrilat jenis heat cured yang direndam selama 24 jam untuk masing masing kadar. Dengan demikian kadar silan % pada basis resin akrilat berbeda bermakna dengan kadar 2% dan 4% dan sebaliknya.

Tabel XI : Analisa varian dan LSD monomer sisa resin akrilat heat cured yang direndam selama 48 jam (HC 24 >> HC 48)

Sumber Variasi	db	Jk	RK	F	P
Perlakuan 1	1	.1173E -3	.1173E -3	4.446	.3964E-1
	2	.2993	.1497	5671.	.0000
	12	.8581E -5	.4291E -5	.1626	.8510
Galat	54	.1425E -2	.2639E -4		

$$\alpha = 0,05$$

Perbandingan harga rerata (LSD)

Faktor 1

Kelompok	X	Keseluruhan Notasi
HC 48 (Tabel VIII)	0,1217	a
HC 24 (Tabel X)	0,1244	b

Faktor 2

Perbandingan Rerata

Kadar	X	Notasi
2%	0,0233	a
4%	0,1683	b
0%	0,1776	c

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kelompok resin akrilat heatcured yang direndam selama 24 dan 48 jam terdapat perbedaan yang bermakna $P=0,0396$ ($P<0,05$), jadi jumlah monomer sisa yang direndam lebih dari 24 jam (selama 48 jam) ini jumlah monomer sisa lebih kecil.

Masing masing harga rata rata kadar kontrol (0%)
 IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA
 ataupun 2% dan 4% dari kelompok HC 24 dengan HC 48
 berbeda bermakna.

Tabel XII: Analisa varian serempak monomer sisa empat
 kelompok resin akrilat (CC 24 ; CC48 ; HC24 ;
 dan HC 48)

Sumber Variasi	db	Jk	RK	F	P	
Perla- kuan	1	3	.5344E -1	.1781E -1	922.8	.0000
	2	2	.2925	.1463	7577.	.0000
	12	6	.1024	.1707E -1	884.4	.0000
Galat		108	.2085E -2	.1930E -4		

$$\alpha = 0,05$$

Faktor 1 : (CC48 ; CC24 ; HC 24 dan HC48)

Perbandingan harga Rerata

	X	Notasi
CC48	0,0801	a
CC24	0,0817	a
HC48	0,1217	b
HC24	0,1244	c

Faktor 2 : (kadar 0% ; 2% dan 4%)

Kadar	X	Notasi
2%	0,3752	a
4%	0,1110	b
0%	0,1575	c

Dapat disimpulkan bahwa harga rerata dari seluruh (empat)
 kelompok jumlah monomer sisa terdapat perbedaan yang

bermakna ($P < 0,05$) berarti kadar monomer sisa resin akrilat antar jenis resin atau antara kadar berbeda bermakna. Hal ini diperkuat dan jelas pada uji perbedaan harga rerata (pada uji LSD) antara kelompok heat cured dengan cold cured terdapat perbedaan bermakna, namun antara kelompok cold cured yang direndam selama 24 dan 48 jam hasilnya tidak berbeda bermakna. Pada harga rerata kadar (0%, 2% dan 4%) kandungan silan terdapat perbedaan yang bermakna dari seluruh (empat) kelompok tersebut.

5.1.3 .Penyerapan air dari polimer resin akrilat .

Penentuan penyerapan air digunakan metoda yang sederhana yaitu metoda Amin, et al, (1981) masing masing kelompok, meliputi polimer resin akrilat kontrol (A) tanpa bahan silan), polimer resin akrilat dengan kadar silan 2% (B) dan polimer resin akrilat dengan kadar 4% (C). Hasil prosentase penyerapan air yaitu pada tabel dibawah ini.

Tabel XIII : Penyerapan air polimer resin akrilat

N	A 0% (1)	B 2% (2)	C 4% (3)
10	1,16244	1,39744	1,78420
	$\pm 0,11320$	$\pm 0,22958$	$\pm 0,091$

(distribusi serapan air lihat lampiran No. 6)

Hasil uji statistik dengan analisa varian dan LSD didapatkan data sebagai berikut.

Tabel XIV: Analisa varian dan LSD penyerapan air polimer resin akrilat.

Sumber Variasi	db.	Jk	RK	F	P
Perlakuan	2	1.977	.9887E	40.34	.0000
Galat	27	.6617	.2451E -1		

$$\alpha = 0,05$$

Perbandingan Rerata (LSD)

No Perlakuan	X	Notasi
3	1,7842	a
2	1,39744	b
1	1,16244	c

Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna penyerapan air antar kelompok. Berarti bahwa polimer kontrol, tanpa silanisasi monomernya dengan kelompok polimer dengan silanisasi 2% dan 4% monomernya terdapat perbedaan bermakna. Pada perbandingan harga rata rata (LSD) terlihat jelas bahwa masing masing perlakuan berbeda bermakna (notasi a terhadap b, b terhadap c dan sebaliknya).

5.1.4. Kekuatan polimer resin akrilat (PMMA)

Penentuan kekuatan polimer resin akrilat dilakukan dengan pengukuran uji kekuatan transversa. Pengukuran kekuatan dibedakan tiga tahap :

- a. Pengukuran kekuatan transversa kelompok A ; kelompok B dan kelompok C (seperti pada pengukuran berat molekul)
- b. Analisa regresi antara kekuatan transversa dengan peubah berat molekul dan monomer sisa .

Distribusi kekuatan transversa masing masing kelompok seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel XV : kekuatan transversa polimer resin akrilat

N	A 0% (1)	B 2% (2)	C 4% (3)
10	865,44	1088,64	1003,72
	+ 19,73	+ 22,71	+ 21,25

(distribusi data lihat lampiran no: 7)

Hasil uji statistik Anava dan LSD tabel XV sebagai berikut :

Tabel XVI: Analisa varian dan LSD kekuatan transversa

polimer resin akrilat .

sumber variasi	db	Jk	RK	F	p
perlakuan	2	253836,683	126918,341	263,242	.000
galat	27	13017,664	482,136		

$$\alpha = 0,05$$

Perbandingan rerata (LSD)

No. Perlakuan	X	notasi
1	865,44	a
3	1003,72	b
2	1088,64	c

Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$) antara polimer kontrol dengan polimer hasil silanisasi monomernya kadar 2% dan 4%. Perbedaan harga reratanya dengan uji LSD terdapat perbedaan yang bermakna, hal ini ditunjukkan dengan adanya perbedaan huruf pada masing masing rerata. Dengan demikian silanisasi monomer mampu menaikkan kekuatan transversa.

Untuk melihat model variabilitas kekuatan transversa dengan variabel berat molekul dan monomer sisa (kelompok HC 24 dan HC 48) didapatkan model regresi

sebagai berikut :

Pada kelompok kekuatan transversa (TS) (tabel XV) variabel perubahan berat molekul (tabel I) dan jumlah monomer sisa kelompok HC 48 (tabel IV) persamaan regresinya sebagai berikut :

$$Y_1 = 920,6545 + 0,00002 X_2 - 504,2271 X_3$$

(TS) (B.M.) (monomer sisa)

$$P < 0,05$$

$$R \text{ square} = 94,11\% \text{ (lampiran No. 16)}$$

Pada kelompok kekuatan transversa (TS) (tabel XV) dengan variabel perubahan berat molekul (tabel 1) dan monomer sisa kelompok HC 24 (tabel VI) persamaan regresinya sebagai berikut :

$$Y_4 = 924,3243 + 0,00002 X_5 - 513,0079 X_6$$

(TS) (B.M.) (monomer sisa)

$$= 0,05$$

$$R \text{ square} = 94,53 \% \text{ (lampiran No: 17)}$$

Hal ini menunjukkan sumbangan relatif yang positif dari berat molekul pada kekuatan transversa tetapi sumbangan relatif yang negatif dari monomer sisa dengan porsi yang sangat kuat.

5.2. Hasil uji tanggap biokompatibilitas .

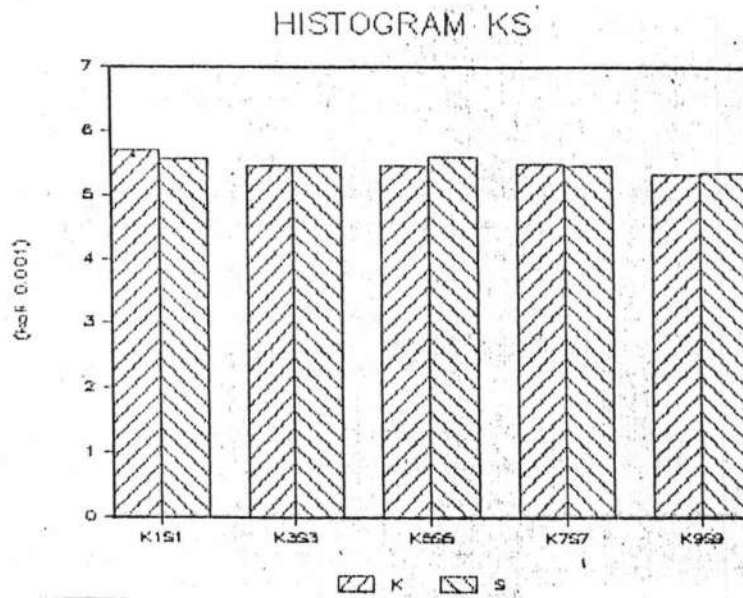
Dibedakan dua kelompok ; kelompok penelitian indeks mitosis melalui pengamatan biakan campur limfosit

(mixed lymphocyte culture/MLC) dan penelitian indeks fagositosis melalui perhitungan dosis eliminasi karbon dalam darah oleh sel sel fagosit dengan dosis monomer 0,2%.

5.2.1. Indeks fagositosis

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan data bahwa indeks fagositosis kelompok kontrol berbeda dengan kelompok perlakuan H dan C, sedangkan kelompok S hampir sama dengan kelompok kontrol.

Interpretasi data indeks fagositosis perlakuan dan kontrol disajikan dalam bentuk harga rerata dan histogram seperti pada tabel XVII ; XVIII dan XIX, XX dan pada gambar 2 ; 3 dan 4



gambar 2 : Intensitas fagositosis in vivo pada mencit kelompok perlakuan K (kontrol) dan kelompok S (silan)

Keterangan :

S1 : Indeks fagositosis hari ke 1 setelah pemberian injeksi 1.p bahan silan

S3 : Indeks fagositosis hari ke 3 setelah pemberian injeksi 1.p bahan silan

S5 : Indeks fagositosis hari ke 5 setelah pemberian injeksi 1.p bukan silan

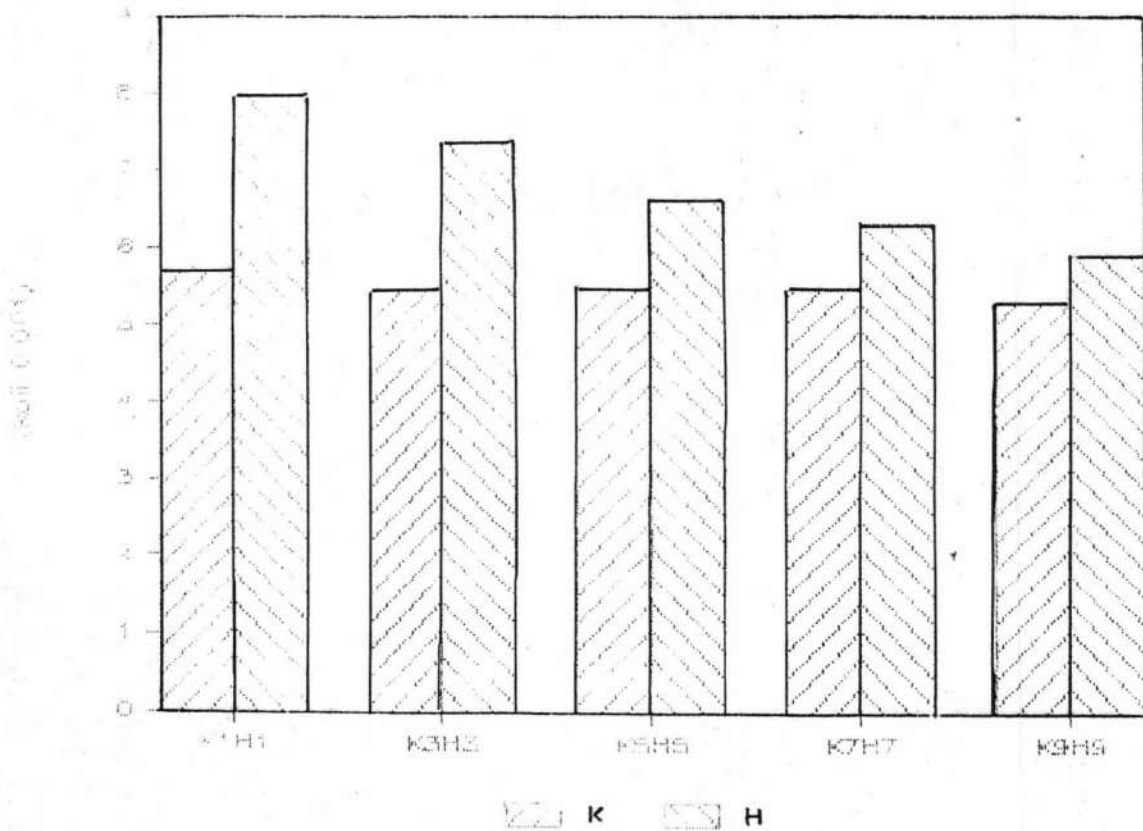
S7 : Indeks fagositosis hari ke 7 setelah pemberian injeksi 1.p bahan silan

S9 : Indeks fagositosis hari ke 9 setelah pemberian injeksi 1.p bahan silan

K11-9 : Kelompok kontrol

Histogram berikutnya adalah intensitas fagositosis kelompok kontrol dengan kelompok heat cured (K H) .

HISTOGRAM KH



Gambar 3 : Intensitas fagositosis in vivo pada mencit kelompok perlakuan K (kontrol) dan kelompok H (heat cured)

keterangan :

H1 : Indeks fagositosis hari ke 1 setelah pemberian injeksi 1.p bahan heat cured monomer.

H3 : Indeks fagositosis hari ke 3 setelah pemberian injeksi 1.p bahan heat cured monomer.

H5 : Indeks fagositosis hari ke 5 setelah pemberian injeksi 1.p bahan heat cured monomer.

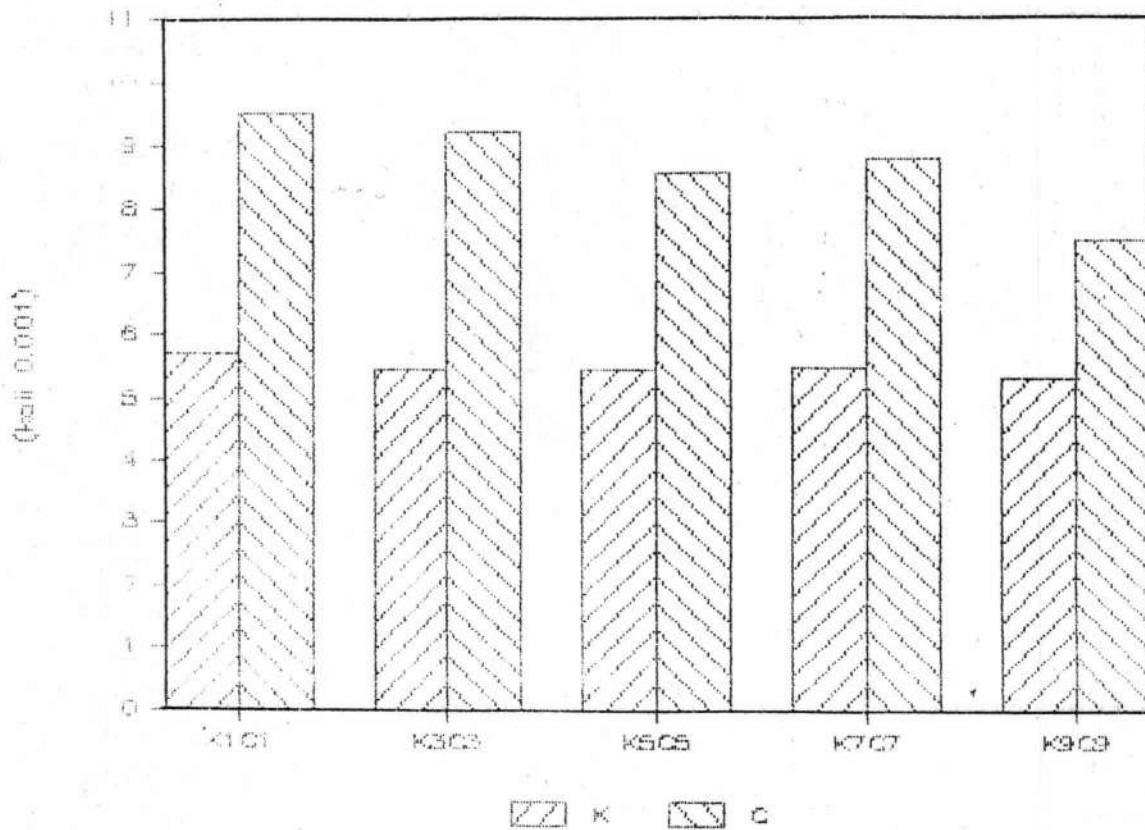
H7 : Indeks fagositosis hari ke 7 setelah pemberian injeksi 1.p bahan heat cured monomer.

H9 : Indeks fagositosis hari ke 9 setelah pemberian injeksi 1.p bahan heat cured monomer

K1-9 : Kelompok kontrol

Histogram berikutnya adalah intensitas fagositosis kelompok kontrol denbgan kelompok cold cured (K C) .
Dibandingkan dengan kelompok lainnya, maka kelompok cold cured mempunyai indeks fagositosis yang paling tinggi . Kedaan ini dapat dilihat sampai pengamatan hari ke 9 .

HISTOGRAM KC



Gambar 4 : Intensitas fagositosis in vivo pada mencit kelompok perlakuan K (kontrol) dan kelompok C (coldcured)

keterangan :

- C1 : Indeks fagositosis hari ke 1 setelah pemberian injeksi 1.p bahan coldcured monomer.
- C3 : Indeks fagositosis hari ke 3 setelah pemberian injeksi 1.p bahan cold cured monomer.
- C5 : Indeks fagositosis hari ke 5 setelah pemberian injeksi 1.p bahan cold cured monomer.
- C7 : Indeks fagositosis hari ke 7 setelah pemberian injeksi 1.p bahan cold cured monomer.
- C9 : Indeks fagositosis hari ke 9 setelah pemberian injeksi 1.p bahan cold cured monomer

K1-9 : Kelompok kontrol

Pada tabel berikut mulai dari tabel XVII sampai dengan tabel XX adalah harga rerata indeks fagositosis masing masing kelompok pada pengamatan hari ke 1 sampai dengan hari ke 9. Sedang pada tabel selanjutnya mulai dari tabel XXI sampai dengan XXVII adalah data statistik anava dan LSD antar masing masing kelompok .

Tabel XVII : Harga rerata indeks fagositosis kelompok kontrol (K) hari ke 1 s/d hari ke 9

N	Hari ke				
	1	3	5	7	9
6	0,0057	0,00546	0,00547	0,00549	0,00532
	$\pm 0,00032$	$\pm 0,00033$	$\pm 0,00075$	$\pm 0,00033$	$\pm 0,00061$

(distribusi lihat lampiran No. 8)

Tabel XVIII | Harga rerata indeks fagositosis kelompok S (silan) hari ke 1 s/d hari ke 9

N	Hari ke				
	1	3	5	7	9
6	0,00558	0,00546	0,0056	0,00546	0,00535
	$\pm 0,00038$	$\pm 0,00073$	$\pm 0,0003$	$\pm 0,00073$	$\pm 0,00014$

(distribusi lihat lampiran No. 9)

Tabel XIX : Harga rerata indeks fagositosis kelompok H (heat cured) hari ke 1 s/d hari ke 9

N	Hari ke				
	1	3	5	7	9
6	0,00795	0,00738	0,00662	0,00636	0,00595
	$\pm 0,00101$	$\pm 0,00087$	$\pm 0,00088$	$\pm 0,0004$	$\pm 0,00021$

(distribusi lihat lampiran No. 10)

Tabel XX : Harga rerata indeks fagositosis kelompok C

(cold cured) hari ke 1 s/d hari ke 9

N	Hari ke				
	1	3	5	7	9
6	0,00950	0,00924	0,00858	0,00879	0,0075
	$\pm 0,00031$	$\pm 0,00017$	$\pm 0,00022$	$\pm 0,0032$	$\pm 0,00031$

(lampiran No: 11)

Untuk mengetahui perbedaan harga rerata indeks fagositosis mulai saat hari ke 1 sampai dengan hari ke 9 dan antara kelompok perlakuan dan kontrolnya, perlu dilakukan analisa statistik.

Tabel XXI : Analisa varian dan LSD indeks fagositosis kelompok kontrol (K) (data ditransfor - masikan $\times 10^5$)

Sumber Variasi	db	Jk	RK	F	P
Perlakuan H	4	4372.	1093.	.4255	.7906
Galat	25	.6422E	5	2569.	

$$\alpha = 0,05$$

Perbedaan harga rerata (LSD)

Hari perlakuan	X	Notasi
9	532	a
3	546	a
5	547	a
7	549	a
1	570	a

Dapat disimpulkan bahwa indeks fagositosis pada variasi hari perlakuan (hari ke 1 s/d hari ke 9) kelompok kontrol tidak menunjukkan perbedaan efek yang bermakna atau pengamatan eliminasi partikel karbon dalam darah oleh sel sel fagosit pada variasi hari 1, 3, 5, 7 dan 9 tidak mempunyai perbedaan yang bermakna ($P > 0,05$).

Tabel XXII : Analisa varian dan LSD indeks fagositosis kelompok silan (S) (data ditransformasikan $\times 10^5$)

Sumber Variasi	db	Jk	RK	F	P
Perlakuan H	4	2575.	643.8	.2402	.9117
Galat	25	.6701E	2680.		

Perbedaan harga rerata (LSD) $\alpha = 0,05$

Hari perlakuan	X	Notasi
9	535	a
3	546	a
7	546	a
1	558	a
5	560	a

Dapat disimpulkan bahwa kelompok silan sama dengan kelompok kontrol artinya eliminasi partikel karbon dalam darah oleh sel sel fagosit pada perlakuan injeksi bahan silan dengan variasi hari 1, 3, 5, 7 dan 9 tidak mempunyai perbedaan yang bermakna ($P > 0,05$).

Tabel XXIII : Analisa varian dan LSD indeks fagositosis kelompok heat cured (H)(data ditransfor - masikan $\times 10^5$)

Sumber Variasi	db	Jk	RK	F	P
Perlakuan H	4	.1549E 6	.3871E 5	6.932	.9188E-3
Galat	25	.1396E 6	5585.		

Perbedaan harga rerata (LSD) $\alpha = 0,05$

Hari perlakuan	X	Notasi
9	595	a
7	636	a
5	662	ab
3	795	bc
1	570	c

Dapat disimpulkan bahwa kelompok H (heat cured) indeks fagositosisnya dengan variasi hari perlakuan terdapat perbedaan yang bermakna ($P < 0,05$) pengaruh variasi hari terlihat jelas pada uji LSD bahwa indeks fagositosis hari ke 1 berbeda bermakna terhadap indeks fagositosis hari ke 5, 7 dan 9, sedangkan group yang lain berbeda bermakna apabila notasi groupnya berbeda huruf.

Tabel XXIV : Analisa varian dan LSD indeks fagositosis kelompok cold cured (C)(data ditransfor - masikan $\times 10^5$)

Sumber Variasi	db	Jk	RK	F	P
Perlakuan H	4	.1438E 6	.3594E 5	46.31	.0000
Galat	25	.1940E 5	776.0		

Perbedaan harga rerata (LSD) $\alpha = 0,05$

Hari perlakuan	X	Notasi
9	750	a
5	858	b
7	879	b
3	924	c
1	950	c

Dapat disimpulkan bahwa perlakuan silanis pada kelompok Cold cured dengan variasi hari perlakuan berbeda bermakna ($P < 0,05$). Perbedaan rerata variasi perlakuan pada perhitungan LSD berbeda bermakna. Ada dua group masing - masing indeks fagositosis hari ke 7 dan 5 juga 3 dan 1 yang tidak berbeda bermakna, group yang lain berbeda bermakna apabila notasi huruf berbeda apabila dibandingkan.

Tabel XXV : Analisa varian dan LSD serempak indeks fagositosis kelompok kontrol dan kelompok silan (data ditransformasikan $\times 10^5$)

Sumber Variasi	db	Jk	RK	F	P
Perlakuan K	1	4.267	4.267	.1626E -2	.9680
H	4	5957.	1489.	.5674	.6905
KH	4	989.7	247.4	.9427E -1	.9808
Galat	50	.1312E 6	2625.		

$$\alpha = 0,05$$

Perbedaan harga rerata (LSD)

Faktor 1 :

Kelompok	X	Notasi
K	549,1	a
S	549,6	a

Faktor 2 :

Hari perlakuan	X	Notasi
9	533,8	a
3	546,5	a
7	548,2	a
5	554	a
1	564,3	a

Dapat disimpulkan bahwa indeks fagositosis kelompok kontrol dan kelompok silan dengan variasi hari perlakuan 1, 3, 5, 7 dan 9 tidak berbeda bermakna ($P > 0,05$).

Tabel XXVI : Analisa varian dan LSD serempak indeks fagositosis kelompok kontrol dan kelompok heat cured (data ditransformasikan $\times 10^5$)

Sumber Variasi	db	Jk	RK	F	P
Perlakuan K	1	2791E	2791E	68.45	.0000
H	4	1017E	.2542E	6.236	.5914E -3
KH	4	5753E	.1438E	3.528	.1297E -1
Galat	50	.2038E	4077.		

$$\alpha = 0,05$$

Perbedaan harga rerata (LSD)

Faktor 1 :

Kelompok	X	Notasi
K	549,1	a
H	685,5	b

Faktor 2 :

Hari perlakuan	X	Notasi
9	564,1	a
7	592,8	ab
5	604,7	ab
3	642,4	bc
1	682,5	c

Dapat disimpulkan bahwa indeks fagositosis kelompok kontrol dengan kelompok heat cured berbeda bermakna ($P < 0,05$) perbedaan indeks fagositosis secara keseluruhan atau pada masing masing hari perlakuan.

Tabel XXVII : Analisa varian dan LSD serempak indeks Fagositosis kelompok kontrol dan kelompok cold cured (data ditransformasikan $\times 10^5$)

Sumber Variasi	db	Jk	RK	F	P		
Perlakuan K	1	1570E	7	1570E	7	939.0	.0000
H	4	9549E	5	.2387E	5	14.28	.0000
KH	4	.5263E	5	.1316E	5	7.868	.0000
Galat	50	.8362E	5	1672.			

$\alpha = 0,05$

Perbedaan harga rerata (LSD)

Faktor 1 :

Kelompok	X	Notasi
K	549,1	a
C	872,7	b

Faktor 2 :

Hari perlakuan	X	Notasi
9	641,3	a
5	703,0	b
7	714,3	b
3	735,6	bc
1	760,2	c

Dapat disimpulkan bahwa indeks fagositosis berbeda bermakna antara kelompok kontrol dengan kelompok Cold cured. Demikian juga pada variasi hari perlakuan juga berbeda bermakna.

Tabel XXVIII: Analisa varian dan LSD serempak indeks fagositosis kelompok kontrol dan kelompok silan kelompok heat cured dan kelompok cold cured (data ditransformasikan $\times 10^5$)

Sumber Variasi	db	Jk	RK	F	P		
Perlakuan K	3	.2109E	7	.7029E	6	242.2	.0000
H	4	.1784E	6	.4461E	5	15.37	.0000
KH	12	.1271E	6	.1059E	5	3.650	.0000
Galat	100	.2903E	6	2903.			

$$\alpha = 0,05$$

Perbedaan harga rerata (LSD)

Faktor Kelompok	X	Notasi
K	549,1	a
S	549,6	a
H	685,5	b
C	872,7	c

Faktor Hari		
9	603,5	a
7	652,8	b
5	657,3	b
3	689,0	c
1	718,5	c

Dapat disimpulkan bahwa indeks fagositosis kelompok kontrol, kelompok silan, kelompok heat cured dan kelompok cold cured secara serempak berbeda bermakna ($P < 0,05$) demikian juga faktor hari perlakuan secara serempak berbeda bermakna hanya pada hari perlakuan ke 7 dengan 5 dan 3 dengan 1 tidak berbeda bermakna.

5.2.2. Indeks mitosis pada biakan campur limfosit.

Pada biakan campur limfosit setelah sel dipanen dan disaring dengan Harvester maka kertas dimasukkan kedalam vial. Kemudian ditambah cocktail Dumilum selama 30 detik, 2 ml. Pencacahan menggunakan detektor Liquid scintillation analysis Packard Instrument Co. Minosis USA.

Selanjutnya ditambah standart adisi 0,25 μ ci, dicacah dan dihitung. Hasil pencacahan pada kelompok biakan campur limfosit sebagai berikut

Tabel XXIX : rerata aktifitas sampel dan indeks mitosis (DPM)

N Cacah	Kelompok pada MLC						
	CC	HC	CS	HH	HS	SS	K
10	215,95	167,53	177,46	138,67	132,85	132,85	144,91
Indeks mitosis terhadap kontrol							
N Cacah	Kelompok pada MLC						
	CC	HC	CS	HH	HS	SS	K
10	1,49	1,15	1,22	0,95	0,91	0,91	1

(lampiran No : 12)

Dapat disimpulkan bahwa kelompok limfosit berasal dari darah mencit yang diinjeksi bahan cold cured (CC; HC; dan CS) indeks mitosisnya lebih besar 1 sedangkan kelompok yang lain (HH; HS dan SS) indeks mitosis lebih

kecil dari satu. Hal ini berarti pada kelompok CC ; HC dan CS terjadi proliferasi limfosit atau terjadi penolakan (tidak bio kompatibel).

BAB VI

P E M B A H A S A N

6.1. Kekuatan polimer resin akrilat

6.1.1. Kenaikan berat molekul dan penurunan monomer sisa

Didalam proses polimerisasi polimer resin akrilat setelah tingkatan terminasi dan pada tingkatan selanjutnya terjadi ikatan crosslink, maka rantai rantai polimer yang terbentuk sesuai dengan derajat polimerisasinya (DP) , ikut menentukan berat molekulnya , atau proporsional dengan berat molekulnya. Kenaikan berat molekul akan diikuti oleh kenaikan kekuatannya, sebaliknya penurunan monomer sisa justru menaikkan kekuatan polimer yang terjadi (Stevens ,1975 ; Odian ,1981 dan ;Cabe .1987) .

Mekanisme tersebut sesuai dengan dasar penalaran yang diformulasikan pada penafsiran penafsiran proses pembuatan basis gigi tiruan (Anderson , 1972) . Pada penafsiran ke 3 proses polimerisasi berjalan cepat karena berkaitan dengan pembentukan polimer radikal . Terbentuknya polimer radikal ini menyebabkan campuran menjadi kental dan mobilitas monomer menjadi lambat. Diperkirakan polimerisasi adisi berhenti pada tahap ke 4 , dimana campuran seperti karet . Pada penafsiran ke 4 tahap ke 5 proses crosslinking terjadi . Bahan ethyleneglycoldimetacrylate sebagai bahan crosslink mengalami hidrolisa menjadi glycol dan asam methyl acrylate . Polimer linier yang terjadi dengan glycol akan membentuk crosslink polimer dan mengeluarkan methanol. Bahan asam methyl acrylate dengan bahan methanol tersebut dapat

membentuk monomer methylmetacrylate lagi . Glycol dengan monomer membentuk ethyleneglycoldimetacrylate dan seterusnya Reaksi ini terjadi secara transesterifikasi . Dengan demikian pada proses polimerisasi , pembentukan crosslink polimer yang menggunakan bahan crosslink ethyleneglycoldimetacrylate selalu disertai pembentukan monomer . Perlu diingat bahwa terjadinya crosslink polimer mengakibatkan kenaikan berat molekul tanpa kehilangan monomer . Namun hal ini terbentuknya crosslink polimer diikuti dengan pembentukan monomer .

Pada penggunaan bahan trietoksiyvinilsilane , proses hidrolisa yang terjadi menghasilkan silanol {CH₂=CH-Si-(OH)₃} dan etanol . Silanol tersebut akan bereaksi dengan polimer membentuk crosslink polimer dan menghasilkan methanol , sedangkan apabila bereaksi dengan monomer akan menghasilkan suatu filer (CH₂=CH- Si $\left[\begin{array}{c} \text{O} \text{---} \text{C} \text{---} \text{O} \\ | \\ \text{C} = \text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_3$) .

Berdasar penalaran tersebut , hasil penelitian yang telah dilakukan ternyata sesuai dengan hipotesa yang diajukan Berat molekul hasil proses polimerisasi menggunakan monomer yang telah mengalami silanisasi menunjukkan kecenderungan naik dan diikuti penurunan monomer sisa .

Hasil penelitian berat molekul seperti pada tabel I terbukti bahwa silanisasi monomer menaikkan berat molekulnya diakhir proses polimerisasi . Kenaikan berat molekul tertinggi pada kadar 2% silan. Hal ini sesuai dengan hipotesa , penelitian

Berarti bahwa penambahan 2 % bahan silan menghasilkan network polimer (crosslink polimers) sehingga B.M. menjadi tinggi .Pada kadar 4% terjadi reaksi oligomer diantara bahan silan sendiri Oligomer ini adalah polimer dengan DP rendah , dimana pada keadaan encer tidak mempengaruhi viskositas.Apabila kadar diteruskan diatas 4% maka oligomer dari silan akan menjadi padat, polimerisasi tidak dapat terjadi.Dengan demikian B.M.pada kadar 4% lebih kecil dibandingkan kadar 2% , tetapi masih lebih besar daripada kontrol .

Monomer sisa yang terjadi pada akhir proses seperti pada tabel III s/d VI terlihat bahwa terjadi penurunan monomer sisa pada polimer hasil silanisasi monomernya .Pada kelompok heat cured kadar 2 % silan terjadi penurunan secara drastis dimana pada kelompok heat cured (direndam 24 jam) semula 0.1793 % setelah dilakukan silanisasi 2% monomer sisa turun menjadi 0.0241 % biarpun pada kadar 4 % naik lagi .Pada kelompok cold cured seperti pada tabel V penurunan kadar monomer sisa merata,artinya pada kadar 2 % dan 4 % terjadi penurunan dengan harga yang hampir sama ($p > 0.05$) . Hal ini berlaku pula pada kelompok cold cured yang direndam selama 48 jam .

Maksud perendaman untuk mengamati apakah terjadi perubahan kandungan kadar monomer sisa .Perbandingan kadar monomer sisa yang digunakan untuk penelitian pokok , maksudnya untuk dikaitkan dengan kekuatan polimer ialah kelompok heat cured.Hal ini dikarenakan polimer heat cured digunakan sebagai basis gigi tiruan ,sedangkan polimer cold cured (self curing) lebih sering digunakan untuk proses reparasi .

Perendaman selama 48 jam pada kelompok heat cured dapat menurunkan jumlah kadar monomer sisa daripada perendaman 24 jam. Pada jenis cold cured hasilnya sama saja ($p > 0.05$, tabel XII). Hasil penelitian monomer sisa ini sesuai dengan hipotesa penelitian.

6.1.2. Kekuatan transversa polimer resin akrilat .

Kekuatan polimer resin akrilat ditentukan dengan uji transverse strength seperti yang dianjurkan oleh Skinner (1958) dan berturut turut dipopulerkan oleh Kelly(1967) ; Peyton dan Craig (1971) ; Ruyter et al. (1980) dan Haryo M.Dipoyono (1983) hingga saat ini oleh peneliti lain.

Silanisasi polimer ternyata mampu merubah berat molekulnya. Pada hal sifat pokok polimer ditentukan kombinasi dari berat molekul dan struktur kimianya . Variasi berat molekul menentukan sifat mekanis, yang berupa tarik menarik antar molekul (Vanderwals) .

Dengan demikian kenaikan berat molekul akan diikuti kenaikan kekuatannya (Stevens, 1875 ; Odian, 1981) , demikian juga penurunan B.M. dan kenaikan kadar monomer sisa akan menurunkan sifat mekanisnya (Cabe , 1987) .

Perubahan berat molekul yang terjadi karena adanya matriks polimer yang crosslink, fenomena crosslink inilah yang menghasilkan kenaikan kekuatan polimer . Kazuo Iwamoto (1985) telah meneliti penggunaan bahan silan yang mampu menaikkan

kekuatan kimia antara gigi porselin dengan basisnya(polimer)

Hasil penelitian kekuatan transversa yang didapat (tabel XV) pada kelompok kontrol A , B , dan C mempunyai perbedaan kekuatan transversa yang menyolok($p < 0.05$). Kelompok B (silanisasi 2%) mempunyai kekuatan yang maximum. Hal ini sesuai dengan hipotesa penelitian.

6.1.3 Penyerapan air .

Penyerapan air adalah banyaknya molekul air yang terikat dengan polimer polymethylmetacrylate atau bahan silan. Kedua bahan tersebut dapat berikatan dengan air . Hal ini dapat dijelaskan bahwa silika gel dapat menyerap air dan terjadi perubahan warna .Dengan demikian apabila suatu polimer mengandung lebih banyak kandungan silan maka akan lebih banyak menyerap air.

Polimer dengan kadar silan 4 % penyerapan airnya terbesar (tabel XIII) , yang terendah pada polimer dengan kadar silan 0 % dengan perbedaan yang bermakna (tabel XIV) .Hal ini menunjukkan bahwa polimer yang mengandung bahan silan lebih menyerap air

Hasil penelitian tersebut sesuai dengan pendapat dari Craig et . al . ,(1979) , bahwa serapan air dapat mencapai 2 %

Variabilitas antara kekuatan transversa dengan berat molekul dan monomer sisa dilakukan karena kekuatan transversa mempunyai hubungan yang positif dengan berat molekul dan yang negatif dengan monomer sisa. Artinya kenaikan berat molekul akan

diikuti kenaikan kekuatan dandiikuti pula penurunan kadar monomer sisanya .

Dari persamaan regresi yang diperoleh :

(Kelompok kekuatan transversa , tabel XV dengan variabel peubah berat molekul , tabel I dan monomer sisa kelompok HC 48, tabel IV)

$$Y_1 = 920,6545 + 0,00002 X_2 - 504,2271 X_3$$

(kekuatan) (B M) (monomer sisa)
HC 48

menunjukkan sumbangan yang relatif positif dari berat molekul pada kekuatan transversa tetapi sumbangan yang negatif dari monomer sisa .Porsi tersebut sangat kuat yaitu 94,11 % .

Pada kelompok HC 24 persamaan regresinya sebagai berikut :

$$Y_4 = 924,3243 + 0,00002 X_5 - 513,0079 X_6$$

(kekuatan) (BM) (monomer sisa)
HC 24

Hasil yang didapat analogis dengan kelompok HC 48 .Dengan porsi yang sangat kuat yaitu 94,53 % .

6.2.Pembahasan tanggap biokompatibilitas

Uji carbon clearance bertujuan untuk mengamati fungsi sel sel fagosit (makrofag) terhadap eliminasi benda asing didalam hal ini adalah partikel karbon.Secara normal apabila ada partikel karbon masuk kedalam darah sel fagosit segera mengikatnya sehingga terjadi penurunan kadar karbon dalam darah tersebut .Hal ini dapat terjadi karena setelah difagositosis

partikel karbon dibawa ke organ limfoid sekunder (Mine et al.,1983)

Partikel karbon dari sediaan tinta cina pelikan melalui injeksi intravena berfungsi sebagai indikator kecepatan dan fungsi sel fagosit untuk mengfagositnya.

Sesuai dengan penelitian Bendryman Soedjoko (1988) tinta cina (pelikan) dengan dosis 16 mg setiap 100 gram berat badan adalah dosis yang terbaik dengan pengamatan pada hari ke 1 ; 3 ; 5 ; 7 ; dan 9. Hal ini dikarenakan proses fagositosis berlangsung sempurna selama 30 jam sehingga evaluasi setelah hari ke 1 dilanjutkan hari ke 3 (dengan selang 48 jam) karena evaluasi hari pertama sudah dilakukan, kecuali hal tersebut juga ditentukan bahwa suatu bahan yang mempunyai kemampuan meningkatkan satu atau lebih aktifitas sel yang berperan pada sistem kekebalan disebut imunostimulan .

Dari hasil penelitian didapatkan data bahwa indeks fagositosis kelompok kontrol dan kelompok silan mempunyai harga yang hampir sama , dan hasil reratanya tidak berbeda bermakna ($p > 0.05$; seperti pada gambar 2 ; tabel XVII dan tabel XVIII. Hal ini berarti bahwa bahan silan tidak bersifat antigenik ataupun imunostimulan sehingga peran sel fagosit sama seperti keadaan biasa .

Kelompok heat cured dan cold cured berbeda dengan kelompok silan , keduanya menunjukkan indeks fagositosis yang lebih besar dibanding kontrol, seperti tertera pada histogram gambar 3 dan 4 juga tabel XIX dan XX .kelompok heat cured indeks

fagositosis hari ke 1 s/d 9 grafiknya menurun tetapi pada kelompok cold cured pada hari ke 7 menunjukkan kenaikan. Fenomena ini dapat dihubungkan dengan keadaan klinis bahwa pada pemasangan alat gigi tiruan polimer heat cured atau hasil reparasinya satu minggu kemudian kadang kadang didapatkan suatu kasus rasa gatal, rasa terbakar dalam mulut dan yang sangat jarang adalah rasa seperti tercekik(Austin dan Basker , 1980 ; Weaver dan Goebel , 1980)

Dari hasil penelitian tersebut kelompok cold cured mempunyai indeks fagositosis tertinggi, sel sel fagosit berfungsi baik. Bahan heat cured dan cold cured monomernya mampu menimbulkan serangkaian reaksi sel sel lain.

Pada uji proliferasi limfosit dengan menggunakan biakan campur limfosit (M L C) bahan cold cured apabila dikultur dengan perlakuan bahan lain mempunyai indeks mitosis yang > 1 . Sedangkan bahan perlakuan heat cured dan silan, indeks mitosis < 1

Dengan demikian bahan cold cured mempunyai sifat yang kurang baik, karena didalam biakan tersebut sel limfosit saling merangsang dan terjadi transformasi blast. Hal ini sesuai dengan kuantitatif serapan thymidine (3 H Tdr), dengan derajat ketidaksesuaian indeks mitosis > 1 . Atau dengan lain perkataan bahan cold cured mempunyai sifat bahan yang tidak biokompatibel pada uji di hewan percobaan . Apabila dihubungkan dengan fungsi fagosit pada bahan cold cured juga mempunyai indeks fagositosis yang tertinggi, jadi bahan cold cured lebih bersifat antigenik dan imunostimulan karena menimbulkan serangkaian reaksi sel lain seperti sel limfosit yang pada MLC menunjukkan sifat penolakan .

KESIMPULAN

7.1. Kesimpulan

Dari penelitian silanisasi monomer sebagai upaya peningkatan kekuatan polimer resin akrilat, yang didukung dengan penelitian laboratoris dengan studi pendekatan dari segi mekanis, kimiawi dan biokompatibilitas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

7.1.1. Silanisasi monomer methylmetacrylate dapat menaikkan berat molekul rata rata polimer resin akrilat .

7.1.2. Silanisasi monomer methylmetacrylate dapat menurunkan jumlah monomer sisa pada akhir proses polimerisasi .

7.1.3. Kekuatan Transversa cenderung naik akibat silanisasi monomer resin akrilat. Variabilitas kekuatan Transversa ditentukan oleh variabel berat molekul dan variabel monomer sisa , dimana kenaikan kekuatan diikuti kenaikan berat molekul dan diikuti penurunan jumlah kadar monomer sisa.

Dengan demikian apabila suatu zat yang apabila dihidrolisa menghasilkan poly hidric alkohol , dapat digunakan sebagai bahan crosslink , yang pada akhir proses polimerisasinya mampu menaikkan kekuatan polimer resin akrilat, yang diformulasikan dengan menaikkan kekuatan transversa , menaikkan berat molekul dan penurunan monomer sisa .

- 7.1.4. Penambahan bahan silan pada monomer resin akrilat dapat merubah serapan air. Penyerapan tertinggi pada kadar silan 4% dan terendah pada kelompok kontrol(0%).
- 7.1.5. Pada silanisasi monomer, bahan silan tidak meningkatkan aktifitas sel fagosit sampai hari ke sembilan, dibanding bahan monomer cold cured dan monomer heat cured, pada uji aplikasi di hewan percobaan
- 7.1.6. Bahan silan dan monomer heat cured tidak menyebabkan terjadinya proliferasi limfosit dengan indeks mitosis < 1 , dan bahan monomer cold cured dapat menyebabkan terjadinya proliferasi limfosit dengan indeks mitosis > 1 pada hewan percobaan, atau bahan silan dan bahan monomer heat cured lebih biokompatibel daripada bahan monomer cold cured.

S a r a n

Setelah dilakukan penelitian silanisasi sebagai upaya peningkatan kekuatan polimer resin akrilat, maka masih perlu dilakukan penelitian lanjutan agar didapat hasil yang sempurna.

Pada polimer dan monomer yang sudah beredar sekarang ini telah mengandung bahan crosslink etyleneglycoldimetacrylate. Dengan pertimbangan hasil penelitian yang didapat maka penggunaan bahan silan

yang mampu menaikkan kekuatan polimer resin akrilat, seyogyanya didalam penyimpanan dipisahkan dengan cairan monomer .

B A B VIII

R I N G K A S A N

Tesis ini uraian dari penelitian tentang penambahan larutan silan (silanisasi) pada monomer methylmetacrylate sebagai peningkatan kekuatan polimer resin akrilat .

Penambahan larutan silan bertujuan sebagai bahan crosslink sehingga selama proses polimerisasi akan terbentuk polimer yang bercabang secara crosslink (polimer 3 dimensi). Hal ini akan memungkinkan kenaikan berat molekul rata rata dan menurunkan kadar monomer sisa . Hasil penelitian dapat dibuktikan bahwa variabilitas kekuatan didalam hal ini peningkatan kekuatan transversa diikuti kenaikan berat molekul dan penurunan monomer sisa .

Cairan larutan silan pada uji carbon clearance tidak meningkatkan fungsi sel fagosit dan juga tidak menyebabkan terjadinya proliferasi limfosit hewan percobaan , pada biakan campur limfosit.

Bahan monomer heat cured sebagai bahan utama basis gigi tiruan mempunyai indeks mitosis < 1 , berarti bersifat biokompatibel, sedangkan monomer cold cured variasinya pada biakan campur limfosit (MLC) menyebabkan indeks mitosis > 1 . Hal ini berarti terjadi proliferasi limfosit. Sehingga bahan monomer cold cured bersifat tidak biokompatibel daripada bahan monomer heat cured dan bahan silan sebagai bahan crosslink.

B A B IX
S U M M A R Y

This thesis describes a study about addition of silane solution (silane treatment) to methylmetacrylate monomer as an effort to increase the strength of acrylic resin.

The addition of silane solution has the purpose of being the crosslink material, so that during the polymerization a new polymer with crosslinked branches will be formed (3 dimensional polymer) This make a raise in the average molecule weight possible and reduce the residual monomer . The result of the study proves that the strength variability, in this case the transverse strength and the molecule weight increased ,while the residual monomer decreased .

On the carbon clearance test ,the silane treatment did not increase the number of phagocyte cells and also did not cause a proliferation of lymphocytes on the myxed lymphocytes culture of the laboratory animal.

Heat cured monomer liquid,as the main material for the denture base has a mitosis index of < 1 , which means that the material has a compatible character ,while the cold cured monomer on the myxed lymphocytod culture test showed a mitosis of > 1 ,which means a proliferation of lymphocytes. Therefore cold cured monomer has not a biocompatible character as it is with the heat cured monomer and silane liquid used as a crosslink agent .

BAB X

DAFTAR PUSTAKA

- Adams DO., Johnson WJ and Marino PA., 1982: Mechanism of target recognition and destruction in macrophage mediated tumor cytotoxicity .Federation Proc. 41 : 2212 -2221 .
- Ali A ., Bates JF ., Reynold AJ ., and Walker DM . , 1986 :The burning mouth sensation related of the wearing of acrylic dentures : an investigation. Brit.Dent.J. 161 : 444-447.
- American Dental Association., 1974. Guide to Dental Materials and Devices, 7th ed., A.D.A Chicago. Hal : 203 - 208.
- Amin W.M., Flether A.M., and Ritchii G.M., 1981. The Nature of the interface between polymethylmetacrylate denture base materials and soft lining materials, J. of Dentistry. 9 (4) : 336 - 346.
- Anderson J.N., 1972. Applied Dental Materials, 4th ed., Blackwell Scientific Publication. Oxford. Hal : 212 - 236.
- Austin A.T. and Basker R.M., 1980. Residual monomer in acrylic denture base materials. Brit.Dent.J. 149 : 281 - 286.
- Austin A.T. and Basker R.M., 1982. Residual monomer levels in denture bases. Brit.Dent.J. 153 : 424 - 426.

Bendtzen K .,1985 . Interleukins .Comp.Immun Microbiol Infect.Dir
8(34) : 225-234.

Bendryman Soedjoko .,1988.Evaluasi sistem fagositosis organisme
dalam pemberian substansi imunostimulan.Seminar
Nasional Imunologi PAU Bioteknologi UGM Yogya .

Beyli M.S. and Von Fraunhofer J.A., 1980. Repair of fractured
acrylic resin. J.Prosthet.Dent. 44 : 497 - 503.

Beyli M.S. and Von Fraunhofer J.A.,1981. An Analysis of causes of
fractured of acrylic resin denture. J.Prosthet.Dent. 46
: 238 - 241.

Billmeyer F.W.,1964. Texbook of polimer science ,2nd ed.
Interscience publication divisions of John Willy and
Sons. New York. Hal : 53.

Cabe M.C.J.F and Basker R.M., 1976. Tissue sensitivity to acrylic
resin. Brit.Dent.J. 140 : 347 - 350.

Cabe Mc.J.F.,1987 .Anderson s Applied Dental Materials. 6th,
ed.Blackwell Scientific Pub.Oxford London Edinburg
Boston Palsaeto Melbourne .Hal :75- 98.

Carpenter PL.,1975 . Immunology and Serology. 3rd ed. WB
Saunders Co. Toppan Co.Ltd.Tokyo Japan .Hal : 45-47;
294-298.

- Chitchumnong P., Brooks SC., and Stafford GD., 1989 .Comparison of three and four point flexural strength testing of dentures base polymers. *Dent. Mater.* 5.:2-5.
- Combe E.C., 1986. *Notes on Dental materials*, 5th ed., Churchill Livingstone. Edinburg. Hal : 47 - 57 ; 255 - 274
- Craig R.G., O' Brein W.J. and Power J.M., 1979. *Dental Materials*, 2nd ed., The C.V. Mosby Co. St. Louis Toronto London. Hal : 215 - 228.
- Economon P.N., Ficher T.E., Lemons J. and Castle Berry D.J., 1980. Bond strength of bimaterial acrylic resin combinations. *J. Prosthet. Dent.* 44 : 604 - 607.
- Farrell J., 1971. *Dental Materials*, 1st ed., Henry Kimpton publisher. London. Hal : 88 - 105.
- Faulker KDB and Harcourt JK., 1975. Silane coupling agent in stainless steel and polymethylmetacrylate system. *Aust. Dent. J.* 4:86-88 .
- Ferracane J.L. and Greener E.H., 1984. Fourier Transforum infrared analysis of degree of polymerization in unfilled resins method comparison. *J. Dent. Res.* 63(8); 1093 - 1095.
- Fletcher A.M., Purnaveja S., Amin W.M., Ritchie G.M., Moradians S. and Dodd A.W., 1983. The level of residual monomer in self curing denture base materials. *J. Dent Res.* 62(2) : 118 - 120.

- Floch F., Bouchaudon J., Fizames C., Zerial A., Rosset G.D. and Werner G.H., 1984. Lauroyl tetrapeptide (RP 40639) and related lipopeptides a novel class of synthetic immunomodulating agent. *Drugs of the future*. 9 : 763 - 776.
- Fraunhofer J.A., 1975. *Scientific aspects of dental materials*. 1st ed., Butter Worths. Boston. Hal : 425 - 457.
- Gardjito T.M. W., 1981. Hubungan antara suhu dan waktu proses curing dengan porusitas dan sisa monomer pada polimerisasi resin akrilik heat cured. Thesis Fakultas Kedokteran Gigi UNAIR. Surabaya. Hal : 3 - 12.
- Giunta J.L., Graner I. and Zablotsky N., 1979. Alergic contact stomatitis caused by acrylic resin. *J.Prosthet.Dent.* 42 : 188 - 190.
- Greener E.H., Harcourt J.K. and Lautenschlager E.P., 1972. *Materials science in Dentistry*, 1st ed., The William and Wilkins Co. Baltimore. Hal : 60 - 61.
- Grunewald A.H., Paffenbarger G.C. and Dichson G., 1952. The effect of molding processes on some properties of denture resins. *J.A.D.A.* 44 : 269 - 284.
- Habal MB and Challian VA., 1974. Experience with refabricated silicone implant for reconstruction in facially deformed patients. *J.Prosthet. Dent.* 32(3) : 292-299.

- Halpern B.N., Biozzi G., Mine G. et Benacerraf B., 1951. Etude quantitative De L' activiti granulopexique du system Reticuloendthelial par L injection intra veineuse D' encre de Chine chez les Diverses especes animales. *Annuale De L Institut Pateur.* 80 (6) : 582 - 602.
- Harsini .,1989 .Pengaruh penambahan alumina atau silikon gel kedalam serbuk polimer resin akrilat heat cured terhadap kekuatan impak,transversa dan kekerasannya .Thesis FPS UNAIR .Surabaya .hal: 1-40.(unpublished)
- Haryo M Dipoyono .,1983 .Ketahanan terhadap flexural strength hasil reparasi resin akrilik.Thesis FPS UNAIR.Sura baya hal: 4-102(unpublished).
- Haryo M Dipoyono .,1984. Transverse strength dari resin akrilik FKG UGM.Hal: 1-9.(unpublished).
- Hart H.,1982 . *Organic Chemistry* . 7th ed.Houghton Mifflin Co. Boston New Jerssey Palcoalto . Hal :459-469.
- Inoue K., Fujii K., Ikeda A. and Kakiuchi T., 1983. Effect of residual monomer on viscoelastic properties of pour denture base resins. *J. Dent.Mat.* 2(2) : 192 - 197.
- Jeffreys F.E. and Newport R.I., 1952. Use of self curing resin in repairing and relining dentures. *J.A.D.A.* 44 : 298 - 301.

- Jerolimov V., Brooks SC., Huggett R. and Bates JF .,1989
 .Rapid curing of acrylic denture base materials .
 Dent.Mater. 5: 18-22.
- Johnston R.P.,Nicholls J.T. and Smith D.E., 1981. Flexure fatigue
 of 10 commonly used denture base resins. J.Prosthet.
 Dent. 46 : 578 - 583.
- Kawahara H., Yamagami A. and Nakaruma Jr.M., 1968. Biological
 testing of dental materials by means of tissue culture,
 Int.Dent. J. 18 : 443 - 467.
- Kelly E.L., 1967. Flexure fatigue resistance of heat curing and
 cold curing polymethylmetacrylate. J.A.D.A. 74 : 1273 -
 1276.
- Ketzmerick S.M., 1974. The problem of denture breakage.
 J.Prosthet. Dent. 5 : 43 - 44.
- Kazuo Iwamoto., 1985. A study of acrylic resin bonding to porselin
 effect of gammamethacryloxypropyltrimethoxysilane.
 J.Kyushu.Dent.Soc. 39(6) : 718 - 741.
- Kresno SB.,1984 *Imunologi*.1st ed. FK UI Jakarta .hal: 15.
- Leong A. and Grant A.A., 1971. The transverse strength of repair
 in polymethylmetacrylate. J.Aust.Dent. August : 232 -
 234.

- Meltzer SM., Occhionero M. and Rucp LP., 1982. Macrophage activation for tumor cytotoxicity : regulating mechanism for induction and control of cytotoxic activity. *Federation Proc.* 41 : 2198-2205.
- Miller E.L., 1973. Types of inflammation caused by oral prosthesis. *J.Prosthet.Dent.* 30 : 380 - 384.
- Mine Y., Watanabe Y., Tawara S., Yokota Y. and Nishida M., 1983. Immunoactive peptides FK 156 and FK 565 III Enhancement of host defence mechanisms against infection. *J. Antibiotics.* 36(8) : 1059 - 1066.
- Moffa J.P., Jenkins W.A. and Weaver R.G., 1975. Silane bonding of porcelain denture teeth to acrylic resin denture bases. *J.Prosthet.Dent.* 33 : 620 - 627.
- Moore WJ., 1962 *Physical Chemistry* 3rd ed. Prentice Hall. Inc. Paris USA .hal: 757-781.
- Muramatzu A., 1977. *Dentistry in Japan.* 1st ed., Japanese association for dental science. Tokyo. Hal : 106.
- Nakamura M., Koda H. and Kawahara H., 1983. A Proposition for longterm biocompatibility test of dental materials invitro . *J.Dent.Mat.* 2(1) : 113 - 123.
- Nakamura M., Koda H. and Kawahara H., 1984. Longterm biocompatibility test of denture base resins in vitro. *J.Dent.Mat.* 52 : 694 - 698.

- Nater J.P., Groenman N.H., Garritsen B.G.W. and Timmer L.H.,
1978. Etiology factors in denture sore mouth syndrome.
J.Prosthet.Dent. 40 : 367 - 373.
- Nishiyama M .and Kate T.,1987 .Properties of LTV Vynil silicone
Rubber based resilient denture base linier and direction
for use .**J.Nihon Univ Shc.Dent.** 29:100-111.
- O'Brein W.J. and Rydge G., 1978. An out line of dental metarisl
and their selection, 1st ed.W.B. Sauders Co.
Philadelphia. Hal : 73 - 81.
- Odian G., 1981. Principles of polamerizations, 2nd ed. A Wiley
Interscience Publication John Wiley & Sons. New York,
Toronto. Hal 1 - 26.
- Ogmundsdottir H. and Weir DM., 1980. Mechanism of macrophage
activation . **Cln. Exp.Immunol.Div.** 40:223-234.
- Peyton F.A. and Craig R.G., 1971. Restorative dental material,
4th ed. The C.V. Mosby Co. St. Louis. Hal : 74 - 75.
- Phillips R.W., 1973. Skinner science of dental material, 7th ed.
W.B. Saunders Co. Philadelphia. Hal 159 -196.
- Phillips R.W., Swartz M.L. and Norman R.D., 1969. Material of
pacticing dentist, 1st ed. The C.V. Mosby Co. St. Louis.
Hal : 159 - 168.

- Price C A. ,1986.The effect of crosslinking agent on the impact resistance of a linier polymethylmetacrylate denture base polymer . *J.Dent.Res.* 65 (7):987-992
- Roitt I.M., 1985. **Pokok-pokok Ilmu kekebalan**, 1st ed. PT Gramedia. Jakarta. Hal : 23 - 86.
- Roitt IM., Brostoff J. and Male D K .,1985. **Immunology** Gower medical Pub.London Newyork .Hal: 1.1-1.9 ;2.2-2.12 ;4.1-4.8 ;24.1-24.8.
- Ruyter E., Rernat and Svendsen S.A., 1980. Flexural properties of denture base polymer. *J.Prosthet Dent.* 43 : 95 - 104.
- Saunders K T .,1976 . **Organic polymer chemistry** .2nd ed.London Toppan Co.Ltd. Tokyo Japan .Hal: 116-369 .
- Schneider E . and Dy M., 1985 . Activation of macrophage **Comp Immun.Microbiol.Infect.** 8:(2) :147-157 .
- Skinner E.W., 1958. **The scientific of dental materials**, 4th ed. W.B. Saunder Co. Philadelphia. Hal : 17.
- Smith D.C., 1973. Some aspect of resent development in denture base materials. *ASP.Bulletin.* Des : 25 - 31.
- Stevens P.M., 1975. **Polymer chemistry an Introduction**, 2nd ed. Addison Wesley publising Co. London Tokyo. Hal : 49 - 51 ; 104 - 110; 334.

- Stites D.P., Stobo J.D., Fudenberg H.H. and Wells J.V., 1982. **Basic and clinical Immunology**, 4th ed. Baru zen Asia Ltd. Singapore. Hal : 703.
- Stungis T.E. and Fink J.N., 1969. Hypersensitivity to acrylic resin. **J.Prosthet.Dent** 22 : 428.
- Suzuki R., Suzuki S., Igraskey M., and Kumagai K., 1986. Induction of Interleukin.3 but not interleukin 2 or enterferon .Production in the syngeneic myxed lymphocytes reaction. **J. Immunol** 137 : 1564-1572.
- Trudso H., Jorgenson E.B. and Bertran U., 1980. A four year follow up study on processed pour acrylic resins. **J.Prosthet.Dent.** 43 : 138- 142.
- Warsito Hardjosudirdjo, 1990 . **Kimia Organik** ., 1st ed. Lab.Kimia organik FMIPA UGM Yogyakarta . hal 211- 242 .
- Weir D.M., 1978. **Handbook of experimental Immunology**, 3rd ed. Blackwell scientific Publication. Oxford - London. Edinburg. Melbourne. Hal : 31, 24 - 31, 29.
- Williams D.F. and Cuningham J., 1979. **Materials in clinical dentistry**, 1st ed. Oxford University press. Oxford. New York. Toronto. Hal : 301 - 325.
- Wolff .E.M., 1962 .The effect of crosslinking agent on acrylic resins . **J.Aust. Dent. Des .** , : 439- 444.

LAMPIRAN .

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
RABAYA

No.1. BERAT MOLEKUL RATA-RATA

POLIMER RESIN AKRILAT

No.	A 0%	B 2%	C 4%
1	1789778	8531332	7751960
2	1560397	8632328	8201974
3	1785168	8474889	7751960
4	1551012	8526293	8298319
5	1567883	9046093	7999163
6	1567883	8632328	8201974
7	1789788	8532332	8400365
8	1567883	8474889	8400365
9	1551012	8526293	8298319
10	1785168	9046093	7999163

Keterangan :

- A 0% : polimer kontrol
 B 2% : polimer hasil silanisasi
 : monomernya dengan kadar 2%
 C 4% : polimer hasil silanisasi
 : monomernya dengan kadar 4%

No.2. MONOMER SISA RESIN AKRILAT COLD CURED

10 x 9 x 2,5 mm (%)

SETELAH DIRENDAM 48 JAM

(CC 48)

No.	CC 48 0%	CC 48 2%	CC 48 4%
1	0.1363	0.0499	0.0492
2	0.1366	0.0499	0.0509
3	0.1366	0.0492	0.0499
4	0.1366	0.0494	0.0492
5	0.1400	0.0509	0.0539
6	0.1366	0.0509	0.0539
7	0.1400	0.0499	0.0626
8	0.1366	0.0539	0.0539
9	0.1366	0.0509	0.0539
10	0.1366	0.0492	0.0499

- Keterangan : 0% ; 2% ; 4%
 adalah kadar silan
 pada monomernya

No.3. MONOMER SISA RESIN AKRILAT HEAT CURED
 10 x 9 x 2,5 mm (%)
 SETELAH DIRENDAM 48 JAM
 (HC 48)

No.	HC 48 0%	HC 48 2%	HC 48 4%
1	0.1825	0.0274	0.1684
2	0.1712	0.0215	0.1400
3	0.1840	0.0215	0.1705
4	0.1825	0.0226	0.1684
5	0.1804	0.0215	0.1705
6	0.1712	0.0215	0.1684
7	0.1705	0.0226	0.1805
8	0.1684	0.0215	0.1684
9	0.1712	0.0226	0.1712
10	0.1804	0.0215	0.1712

Keterangan : 0% ; 2% ; 4%
 adalah kadar silan
 pada monomernya

No.4. MONOMER SISA RESIN AKRILAT COLD CURED
 10 x 9 x 2,5 mm (%)
 SETELAH DIRENDAM 24 JAM
 (CC 24)

No.	CC 24 0%	CC 24 2%	CC 24 4%
1	0.1363	0.0539	0.0494
2	0.1366	0.0499	0.0492
3	0.1400	0.0626	0.0509
4	0.1400	0.0494	0.0626
5	0.1366	0.0494	0.0626
6	0.1363	0.0539	0.0539
7	0.1366	0.0539	0.0492
8	0.1400	0.0492	0.0539
9	0.1366	0.0539	0.0626
10	0.1363	0.0539	0.0509

Keterangan : 0% ; 2% ; 4%
 adalah kadar silan
 pada monomernya

No.5. MONOMER GISA RESIN AKRILAT HEAT CURED
 10 x 9 x 2,5 mm (%)
 SETELAH DIRENDAM 24 JAM
 (HC 24)

No.	HC 24 0%	HC 24 2%	HC 24 4%
1	0.1825	0.0274	0.1712
2	0.1815	0.0215	0.1684
3	0.1804	0.0226	0.1705
4	0.1804	0.0274	0.1684
5	0.1705	0.0274	0.1684
6	0.1815	0.0226	0.1705
7	0.1804	0.0215	0.1712
8	0.1712	0.0226	0.1684
9	0.1825	0.0215	0.1705
10	0.1825	0.0274	0.1705

Keterangan : 0% ; 2% ; 4%
 adalah kadar silan
 pada monomernya

No. 6.

SERAPAN AIR (WATER SORPTION)
 (%)

No.	C 4%	A 0%	B 2%
1	1.76207	1.28745	1.12803
2	1.90666	1.28799	1.67229
3	1.76214	1.06621	1.56541
4	1.69323	1.28744	1.23543
5	1.90955	1.11877	1.67225
6	1.73265	1.06620	1.56383
7	1.69264	1.02377	1.23539
8	1.90616	1.11984	1.23541
9	1.78646	1.06932	1.10101
10	1.69047	1.29747	1.56538

Keterangan :

- A 0% : polimer kontrol
- B 2% : polimer hasil silanisasi
: monomernya dengan kadar 2%
- C 4% : polimer hasil silanisasi
: monomernya dengan kadar 4%

No.7 . KEKUATAN TRANSVERSA

RESIN AKRILAT (kg/cm²)

No.	A	B	C
	0%	2%	4%
1	864.0	1094.4	1008.0
2	864.0	1065.6	979.2
3	835.2	1065.6	1008.0
4	878.4	1123.2	1036.8
5	864.0	1094.4	1008.0
6	878.4	1065.6	1008.0
7	849.6	1094.4	1036.8
8	864.0	1123.2	972.2
9	849.6	1094.4	972.2
10	907.2	1065.6	1008.0

Keterangan :

- A 0% : polimer kontrol
 B 2% : polimer hasil silanisasi
 : monomernya dengan kadar 2%
 C 4% : polimer hasil silanisasi
 : monomernya dengan kadar 4%

No. 8 Indeks Fagositosis

KELOMPOK : KONTROL (K)					
N	HARI KE 1	HARI KE 3	HARI KE 5	HARI KE 7	HARI KE 9
1	0.00543	0.00612	0.00561	0.00527	0.00561
2	0.00564	0.00527	0.00595	0.00527	0.00527
3	0.00561	0.00543	0.00527	0.00543	0.00543
4	0.00630	0.00527	0.00527	0.00612	0.00424
5	0.00543	0.00543	0.00424	0.00527	0.00527
6	0.00579	0.00527	0.00649	0.00561	0.00612
\bar{X}	0.00570	0.00546	0.00547	0.00549	0.00532
SD	0.00032	0.00033	0.00075	0.00033	0.00061

No. 9 Indeks Fagositosis

KELOMPOK : SILAN (S)					
N	HARI KE 1	HARI KE 3	HARI KE 5	HARI KE 7	HARI KE 9
1	0.00564	0.00527	0.00579	0.00612	0.00527
2	0.00561	0.00612	0.00527	0.00630	0.00543
3	0.00630	0.00630	0.00543	0.00424	0.00527
4	0.00527	0.00424	0.00561	0.00561	0.00561
5	0.00543	0.00543	0.00543	0.00527	0.00527
6	0.00527	0.00543	0.00612	0.00527	0.00527
\bar{X}	0.00558	0.00546	0.00560	0.00546	0.00535
SD	0.00038	0.00073	0.00030	0.00073	0.00014

No.10 Indeks Fagositosis

KELOMPOK : HEAT CURED (H)					
N	HARI KE 1	HARI KE 3	HARI KE 5	HARI KE 7	HARI KE 9
1	0.00859	0.00746	0.00644	0.00630	0.00579
2	0.00871	0.00871	0.00835	0.00705	0.00612
3	0.00894	0.00705	0.00636	0.00636	0.00612
4	0.00791	0.00791	0.00636	0.00636	0.00599
5	0.00630	0.00612	0.00579	0.00579	0.00561
6	0.00725	0.00705	0.00644	0.00630	0.00612
\bar{X}	0.00795	0.00738	0.00662	0.00636	0.00595
SD	0.00101	0.00087	0.00088	0.00040	0.00021

No.11. Indeks Fagositosis

KELOMPOK : COLD CURED (C)					
N	HARI KE 1	HARI KE 3	HARI KE 5	HARI KE 7	HARI KE 9
1	0.00910	0.00910	0.00835	0.00859	0.00713
2	0.00969	0.00917	0.00894	0.00894	0.00716
3	0.00991	0.00947	0.00871	0.00910	0.00746
4	0.00947	0.00917	0.00859	0.00835	0.00768
5	0.00969	0.00947	0.00835	0.00859	0.00768
6	0.00917	0.00910	0.00859	0.00917	0.00791
\bar{X}	0.00950	0.00924	0.00858	0.00879	0.00750
SD	0.00031	0.00017	0.00022	0.00032	0.00031

No: 12. Contoh Perhitungan

Cacah Sampel + Standar adisi (cpm)	Rata-rata (cpm)	Sampel (cpm)	Rata-rata (cpm)	Cacah latar (cpm)	Rata-rata (cpm)
161334	162394.4	62	82.2	17	17.2
162626		62		14	
162620		110		19	
162568		86		20	
162829		91		16	

$$\begin{aligned} \text{Cacah standar adisi} &= \text{cacah sampel} + \text{standar adisi rata-rata} - \\ &\quad \text{rata-rata sampel} \\ &= 162394.4 - 82.2 = 162312.2 \text{ cpm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Aktifitas standar adisi } 0.25 \text{ /Uci} \\ &= 0.25 \times 3.7 \cdot 10^4 \times 60 \text{ dpm} = 555000 \text{ dpm} \end{aligned}$$

Thimidine berumur 1/2 tahun (=t)

$$T = 12.323 \text{ th}$$

Aktifitas sekarang standar adisi

$$\begin{aligned} A &= A_0 e^{-0.693 t/T} \\ &= 0.25 e^{-0.693 \cdot 1/2 / 12.323} \\ &= 0.243 \text{ /Uci} \\ &= 0.243 \times 55000 = 539460 \text{ dpm} \end{aligned}$$

$$0.25$$

$$\text{standar adisi tercacah} = 162394.4 \text{ cpm}$$

$$\text{efisiensi pencacahan} = 162394.4 \times 100 \% = 30.10 \%$$

$$53940$$

$$\text{cacah sampel} = 82.2 \text{ cpm} ; \text{ ----> cacah sample}$$

$$\text{cacah latar} = 17.2 \text{ cpm} ; \quad (82.2 - 17.2) \text{cpm} = 65 \text{ cpm}$$

$$\text{Aktifitas sampel} = 100 / 30.10 \times 65 \text{ dpm} = 215.95 \text{ dpm}$$

$$= 215.95 \text{ /Uci} = 9.73 \cdot 10^{-5} \text{ /Uci}$$

$$3.7 \cdot 60 \cdot 10^4$$

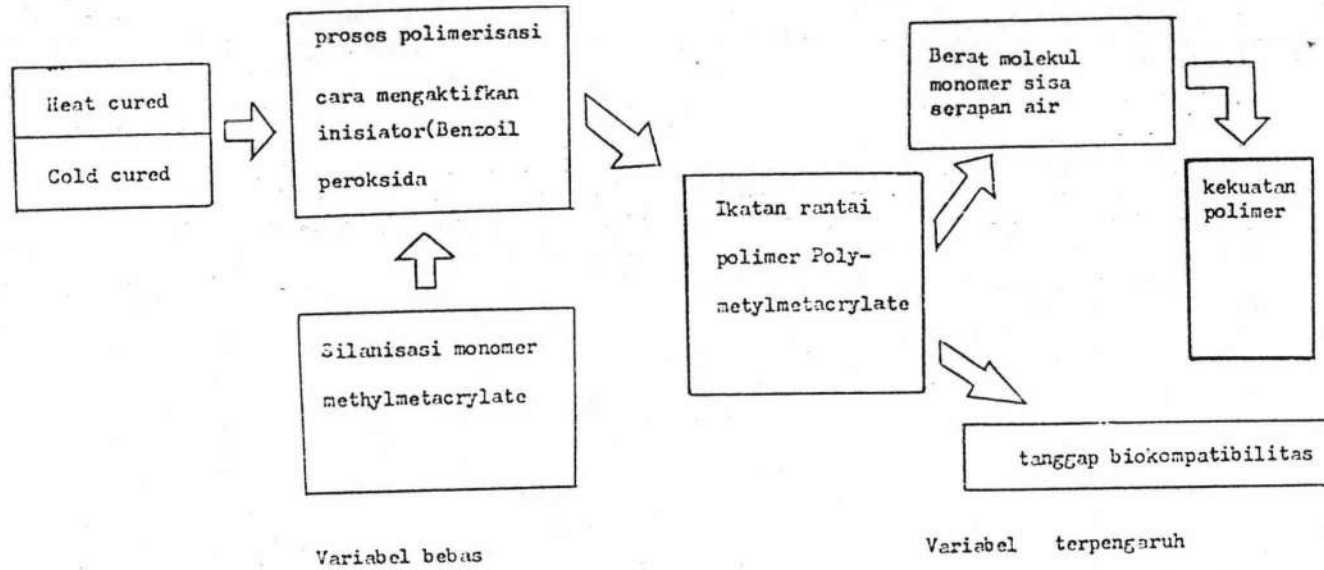
Hasil Pencacahan dengan B Counter

Sampel + Standaradisi (cpm)	Rata-rata (cpm)	Sampel (cpm)	Rata-rata (cpm)	aktifitas Sampel (dpm)	Aktifitas Sampel (/uCi)	Cacah latar (cpm)
CC	161334	162394.4	62	82.2	215.95	9.73E-05
	162626		62			17
	161334		110			14
	162620		86			19
	162620		91			20
	162620		86			16
	162568		91			
	162829		110			X=17.2
	162829		62			
	162568		62			
HC	167095	166882.6	73	69	167.53	7.55E-05
	166087		38			
	166630		80			
	167081		116			
	167520		73			
	166630		38			
	167081		38			
	167095		80			
	166087		116			
	167520		38			
CS	158084	157515	82	69	177.46	7.90E-05
	157271		82			
	157491		82			
	157041		82			
	157688		82			
	157688		39			
	157041		82			
	157491		60			
	157271		60			
	158084		39			

HH	161614	161915.4	83	58.8	138.67	5.25E-05
	162038		24			
	161831		56			
	161880		56			
	162214		71			
	162214		60			
	161880		60			
	161614		71			
	162038		24			
	161831		83			
HS	162543	162477.4	103	57.2	132.85	5.98E-05
	161790		55			
	163088		55			
	162163		44			
	163088		103			
	161790		29			
	162163		44			
	162803		55			
	162803		55			
	162543		29			
SS	164764	164930.8	29	57.8	132.85	5.98E-05
	164732		71			
	165123		49			
	165110		70			
	164925		70			
	164764		29			
	164732		71			
	165123		49			
	165110		70			
	164925		70			

K	161062	161650.4	65	60.6	144.91	6.53E-05
	161659		47			
	162447		110			
	161611		36			
	161473		45			
	161062		65			
	161659		47			
	162447		110			
	161611		36			
	161473		45			

BAGAN ALUR VARIABEL



PERHITUNGAN BERAT MOLEKUL POLIMER

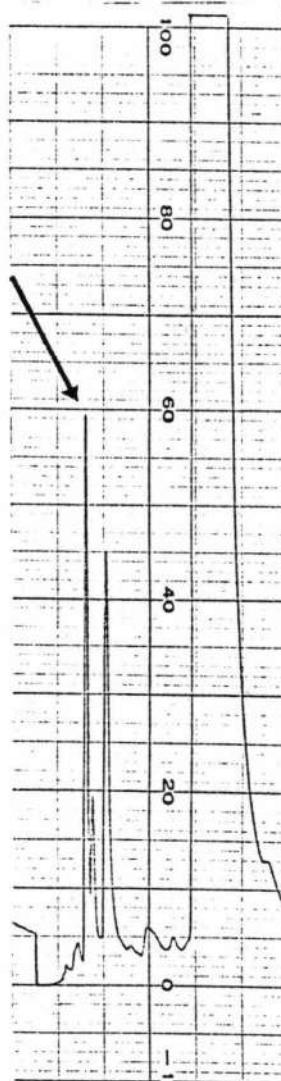
AI

W zat	W pikno	vol. pikn	d zat	V zat ()	η_{rel}	η_{sp}	C (%)	η_{sp}/c	$\log \eta_{sp}/c$	Log BM
42.25583	27.33189	10.08974	1.479120	32.2	1.096830	0.0968304	0.0202	4.793588	0.680660	
42.23614			1.477168	32.5	1.105588	0.1055888	0.04	2.639720	0.421857	
42.26098			1.479630	33.7	1.148321	0.1483212	0.06	2.472020	0.393052	6.252801
42.26585			1.480113	33	1.124835	0.1248356	0.08036	1.553455	0.191298	
42.25745			1.479280	33.5	1.141236	0.1412363	0.06	2.353938	0.371795	
42.27042			1.480566	33.6	1.145637	0.1456376	0.12148	1.198061	0.078768	

Regression Output:

Constant	0.7178646	K	0.00006	Log K	-4.22184
Std Err of Y Est	0.0681527	a	0.79		
R Squared	0.9137007				
No. of Observations	6				
Degrees of Freedom	4				
		<u>BM pol.</u>		<u>1789788.</u>	
X Coeffici	-5.68017				
Std Err of	0.872793				

14. Hasil analisa gas kromatografi



CROMATOPAG	C-R3A	FILE	0			
SAMPLE NO	0	METHOD	41			
REPORT NO	343					
PKNO	TIME	AREA	MK	CONC	NAME	
3	1.113	2931	v	0.1825	HEAT CURED	

Keterangan : konsentrasi monomer sisa pada puncak ke tiga sebesar 0,1825 untuk jenis monomee heat cured .

15. Hasil analisa gas-kromatografi .



PKNO	TIME	AREA	MK	CONC	NAME
3	0.98	45019	sv	2.3412	SPIKING HEAT CURED

Keterangan : konsentrasi monomer sisa pada puncak ke tiga sebesar 2.3412 setelah dilakukang teknik spiking (injeksi ulangan)

No.16.

REGRESSION ANALYSIS

HEADER DATA FOR: B:DATA LABEL: DATA ANALISIS REGRESI
 NUMBER OF CASES: 30 NUMBER OF VARIABLES: 4

ANALISIS REGRESI TRANSVERSA STRENGTH RESIN AKRILAT HEAT CURED

INDEX	NAME	MEAN	STD.DEV.
1	BM	6141380.4667	3241820.7511
2	4BJAM	.1244	.0723
3	4BJAM	.1217	.0718
DEL. VAR.:		TRANSVERSA	955.9333
			95.9264

DEPENDENT VARIABLE: TRANSVERSA

VAR.	REGRESSION COEFFICIENT	STD. ERROR	T (DF= 27)	PROB.	PARTIAL r ²
BM	2.05197E-05	1.72057E-06	11.984	.00000	.8418
4BJAM	-504.2271	77.7264	-6.487	.00000	.6092
CONSTANT	920.6545				

STD. ERROR OF EST. = 24.1221

ADJUSTED R SQUARED = .9368

R SQUARED = .9411

MULTIPLE R = .9701

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
REGRESSION	251143.6939	2	125571.8470	215.805	.000E+00
RESIDUAL	15710.6527	27	581.8760		
TOTAL	266854.3467	29			

OBSERVED	CALCULATED	RESIDUAL	STANDARDIZED RESIDUALS	
			-2.0	2.0
1	864.000	865.538	-1.5378	*
2	864.000	865.506	-2.5056	*
3	855.200	866.501	-31.3015	*
4	878.400	860.614	17.7856	*
5	864.000	862.021	1.9769	*
6	878.400	865.660	11.7400	*
7	849.600	871.589	-21.9886	*
8	864.000	868.072	-4.0718	*
9	849.600	866.312	-16.7121	*
10	907.200	866.501	40.6985	*
11	1094.400	1082.752	11.6481	*
12	1065.600	1087.809	-22.2093	*
13	1065.600	1084.563	-18.9630	*
14	1123.200	1085.068	38.1317	*
15	1094.400	1096.341	-1.9410	*
16	1065.600	1087.809	-22.2093	*
17	1094.400	1085.172	9.2278	*
18	1123.200	1084.563	38.6370	*
19	1094.400	1085.068	9.3317	*
20	1065.600	1096.341	-30.7410	*
21	1008.000	995.585	12.4145	*
22	979.200	1019.185	-39.9846	*
23	1008.000	994.827	13.4734	*
24	1036.800	1006.851	29.9488	*
25	1008.000	999.624	8.3762	*
26	1008.000	1004.865	3.1354	*
27	1036.800	1007.896	28.9035	*
28	972.200	1008.955	-36.7554	*
29	972.200	1005.439	-33.2394	*
30	1008.000	999.271	8.7291	*

DURBIN-WATSON TEST = 2.2324

No: 17.

REGRESSION ANALYSIS

HEADER DATA FOR: B:DATA LABEL: DATA ANALISIS REGRESI
 NUMBER OF CASES: 30 NUMBER OF VARIABLES: 4

ANALISIS REGRESI TRANSVERSA STRENGTH RESIN AKRILAT HEAT CURED

INDEX	NAME	MEAN	STD. DEV.
1	BM	6141380.4667	3241820.7511
2	24JAM	.1244	.0723
3	48JAM	.1217	.0718
DEP. VAR.:	TRANSVERSA	905.9333	95.9264

DEPENDENT VARIABLE: TRANSVERSA

VAR.	REGRESSION COEFFICIENT	STD. ERROR	T (DF= 27)	PROB.	PARTIAL R ²
BM	2.04269E-05	1.66275E-06	12.285	.00000	.8482
24JAM	-.513.0079	74.5808	-6.879	.00000	.6367
CONSTANT	924.5243				

STD. ERROR OF EST. = 23.2577

ADJUSTED R SQUARED = .9412
 R SQUARED = .9453
 MULTIPLE R = .9723

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
REGRESSION	252249.4853	2	126124.7426	233.1671	.000E+00
RESIDUAL	14604.8614	27	540.9208		
TOTAL	266854.3467	29			

	OBSERVED	CALCULATED	RESIDUAL	STANDARDIZED RESIDUALS
1	864.000	867.260	-3.2602	*
2	864.000	865.087	.9125	*
3	865.000	868.245	-33.0432	*
4	878.400	865.460	14.9399	*
5	864.000	858.883	-4.8835	*
6	878.400	865.240	15.1596	*
7	849.600	868.338	-18.7375	*
8	864.000	868.524	-4.5244	*
9	849.600	862.383	-12.7828	*
10	907.200	867.165	40.0341	*
11	1094.400	1084.537	9.8633	*
12	1065.600	1089.626	-24.0264	*
13	1065.600	1085.846	-20.2461	*
14	1123.200	1084.434	38.7653	*
15	1094.400	1095.052	-6.6516	*
16	1065.600	1089.062	-23.4621	*
17	1094.400	1087.563	6.8366	*
18	1123.200	1085.846	37.3539	*
19	1094.400	1087.460	6.9395	*
20	1065.600	1095.052	-29.4516	*
21	1008.000	994.846	13.1540	*
22	979.200	1005.475	-26.2748	*
23	1008.000	995.205	12.7949	*
24	1036.800	1007.443	29.3572	*
25	1008.000	1001.352	6.6480	*
26	1008.000	1004.397	3.6025	*
27	1036.800	1008.091	28.7091	*
28	972.200	1009.527	-37.3273	*
29	972.200	1006.365	-34.1655	*
30	1008.000	1000.255	7.7453	*

DURBIN-WATSON TEST = 2.2360

18. PENGARUH MONOMER SISA PADA KULTUR SEL BHK 21

kadar monomer heat cured		kontrol	0,1%	0,2%	0,3%	0,4%	0,5%
kematian sel	0%	0%	25%	50%	100%	100%	
cold cured							
kematian sel	0%	25%	25%	50%	100%	100%	
silan							
kematian sel	0%	0%	0%	25%	25%	25%	

catatan :

dosis yang digunakan untuk uji indeks mitosis dan indeks fagositosis adalah 0,2 %.

CURICULUM VITAE

I. DAFTAR RIWAYAT HIDUP

N a m a : drg. Haryo Mustiko Dipoyono,MS.
N I P : 130703601
Pangkat : Penata Tk.I Gol: III d.
Tempat / tanggal lahir : Mojokerto 17-11-1952
Jenis Kelamin : Laki laki
A g a m a : Islam
Status perkawinan : Kawin dengan Dra.Ny.Murni Rahayu
Alamat Rumah : Jl.Prawirotaman 24 Yogyakarta
55153. telp: 2645
Alamat kantor : Sekip Utara
Lab.Prostodonsia Jurusan IKGR
Fakultas Kedokteran Gigi UGM
Telp . fakultas: 5307

II.RIWAYAT PENDIDIKAN

PENDIDIKAN TINGGI:

1. Lulus Sarjana Kedokteran Gigi
UGM : 14 -12-1977
2. Lulus dokter gigi FKG UGM
13-9-1978
3. Lulus Magister Sains (M S)
Fak . Pascasarjana UNAIR .
27-8-1983

4. Program S-3 Fak.Pascasarjana
UNAIR SEJAK 1-9-1987

PENDIDIKAN TAMBAHAN

1. Akta V . UT th.1984

III.KARYA ILMIAH

- 1.Pelaksana penelitian judul: Penerapan Metode Howes di klinik ortodonti FKG UGM pada proyek PPPT UGM 1979/1980 NO:98.1-4-1980.
- 2.Ceramah ilmiah judul: Mencari hubungan bentuk wajah dengan lengkung rahang pada kasus 20 orang yang telah kehilangan seluruh giginya.Peringatan 20 tahun FKG UGM 27-29 Desember 1980.
- 3.Ceramah ilmiah judul: Laporan kunjungan pasien gigi tiruan di bagian prostodonsia FKG UGM 10 tahun.Pada pertemuan dosen dan PDGI Yogyakarta 30 Mei 1981 No:1081/C.057 KG/V/81.
- 4.Karangan ilmiah judul: memelihara gigi tiruan .Harian MK 8 Januari 1981 .
- 5.Ketua penelitian judul: Variasi lengkung rahang pemakai gigi tiruan lengkap di poliklinik FKG UGM ,Proyek DP3M tahun 1981/1982 No: 25/PIT/DPPM/485/1981 . 1-7-1981 .

6. Pelaksana penelitian judul: Problema penambahan bahan plastik basis plat (rebasing) gigi tiruan lepas immediate proyek PPPT UGM no: 46 F 1982/1983.
7. Thesis S-2 FPS UNAIR judul: Ketahanan terhadap flexural strength hasil reparasi resin akrilik . 1983 .
8. Ketua penelitian judul : Transverse strength dari resin akrilik . Proyek penelitian DP3M No: 554/PIT/DPPM/408 /1983 12- september 1983. FKG UGM 1984.
9. Ketua penelitian judul : Studi keburaman tumpatan amalgam Proyek penelitian DP3M No: 657/PIT/DPPM/408/1985.11 Pebruari 1985 .
10. Ceramah ilmiah judul: Fracture toughness basis gigi tiruan resin akrilik . Lustrum V FKG UGM 1985. Desember 1985.
11. Ceramah ilmiah judul: Evaluasi hasil reparasi basis gigi tiruan resin akrilik dengan pengamatan S E M . Pertemuan dosen dan PDGI Yogyakarta . FKG UGM 16 Desember 1986.
12. Ketua penelitian judul : Pengaruh pengepresan dan jenis proses polimerisasi terhadap ketepatan lengkung basis gigi tiruan lengkap. Proyek penelitian DPP UGM No: UGM/1473/M/09/01/ 16 Pebruari 1987. FKG UGM 1987 .
13. Ketua penelitian judul: Penerapan teknologi silanisasi untuk menghindari sisa monomer sebagai salah satu penyebab reaksi alergi jaringan pendukung pada kasus reparasi basis

gigi tiruan resin akrilik .Proyek penelitian Bank Dunia XVII PPPT UGM 1987/1988 no: 27/PPPT/PLT IV/Th 4/UGM/87.PAU Bioteknologi UGM 1988.

14.Ketua penelitian judul: Pengaruh lama proses terhadap sisa metilmetakrilat dan uji flexural strength basis gigi tiruan resin akrilik jenis microwave.Proyek penelitian P4M no: 161/P4M/DPPM/BLN/1988 .Lembaga penelitian UGM Yogyakarta .

15.Ceramah ilmiah judul : Defleksi pada uji Transverse strength. Ceril 1989 Dies Natalis ke 29 FKG UGM Yogya .27 Desember 1989.

16.Ketua penelitian judul: Pengaruh monomer, sisa resin akrilat pada uji biokompatibilitas in vitro.Proyek penelitian P4M No: UGM/LIT/303/M/05/01. Lembaga penelitian UGM Yogyakarta 1989/1990.

IV.KEANGGOTAAN PROFESI

1. Anggota Ikatan Dokter Gigi Indonesia (PDGI) Yogyakarta.
2. Anggota Ikatan Prostodonsia Indonesia (IPROSI)Yogyakarta.
3. Anggota Tenaga Suka Rela (TSR) dan staf medis poliklinik gigi Palang Merah Indonesia (P M I) Kodya. Yogyakarta