Composite Resin

Gatot Sutrisno

Definisi

Reinforced polymer matrix materials, used as restorative materials, which is light polymerised and require bonding system to promote adhesion to tooth structure

KOMPOSISI

1. Fase Organik (matriks resin)

- Aromatik oligomer Bis-GMA dimetachrylate (viskositas↑ *polymerisation shrinkage, water sorption)*
- UDMA (urethane dimetachrylate)
- TEGDMA (triethyleneglycol dimethacrylate), me ↓kan viskositas
- Monomer : siloranes

⇨ me ↓*shrinkage* dan *internal stress*

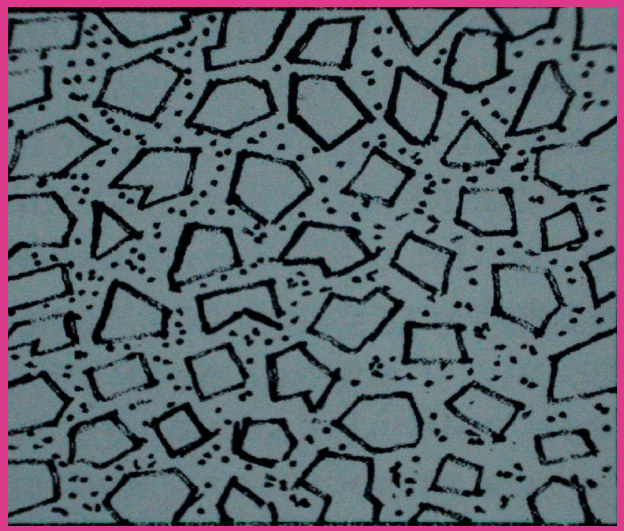
⇨ me ↑ *durability*

KOMPOSISI

2. Fase Inorganik (inorganik *filler*)

Partikel-partikel *filler :*

- ***glass*es** (alumunium, barium, strontium, zinc, zirconium) dan **quartz**. Ukuran partkel 0.1-10 μm *(fine particles)*
- alternatif *filler* → ***silica*** . Ukuran partikel 0.04-0.2 μm *(microfine particles)*



.....Fase Inorganik (inorganik *filler*)

- *Filler* : sifat fisik dan mekanis material
  - → Kekuatan *(strength)*
  - → Perubahan dimensi
  - → Kontraksi pada saat setting
  - → Kekakuan *(stiffness)*
  - → Radioopasitas

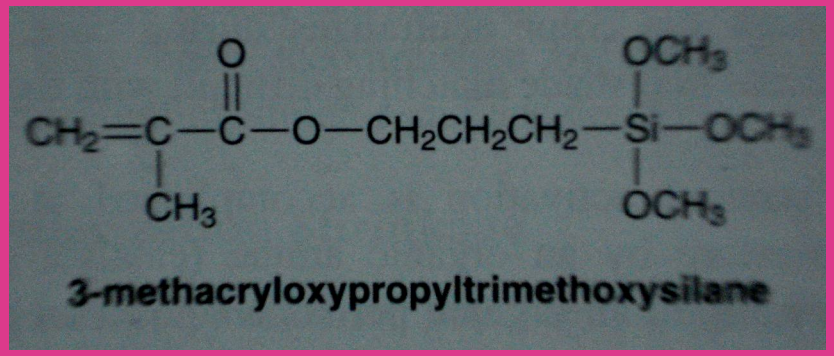
- Ukuran, bentuk dan distribusi ukuran dari partikel *filler*
  - → karakteristik dari setiap jenis material

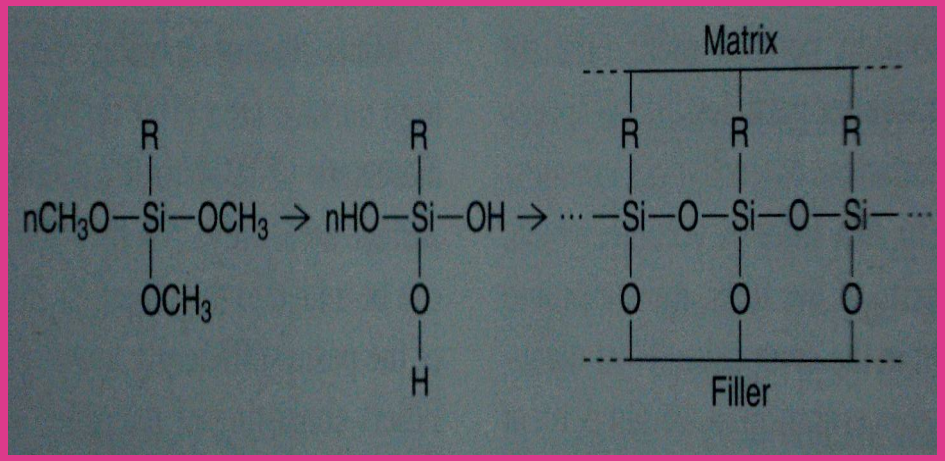
- Semakin kecil ukuran partikel
  - → me ↑ *polishability*

KOMPOSISI

3. Fase *Interfacial-Coupling Agent*

- ***Organosilane (silane)***
- Diletakkan pada *filler*, sebelum dicampur dengan oligomer (matriks)
- Berfungsi untuk mengikat *filler* (fase inorganik) ke matriks (fase organik) dan sebagai *stress absorber*





…….. Fase *Miscellaneous*

4. Fase *Miscellaneous*

- akselerator dan inisiator ⇨ menginduksi terjadinya *self-curing* (kimia), *light curing* (sinar) dan *dual curing* (kimia&sinar)
- pigmen warna dan stabilisator

❖ *Self-cured* resin komposit

⇨ Benzoyl Peroxide (Inisiator)

⇨ Tertiary aromatic amine (akselerator)

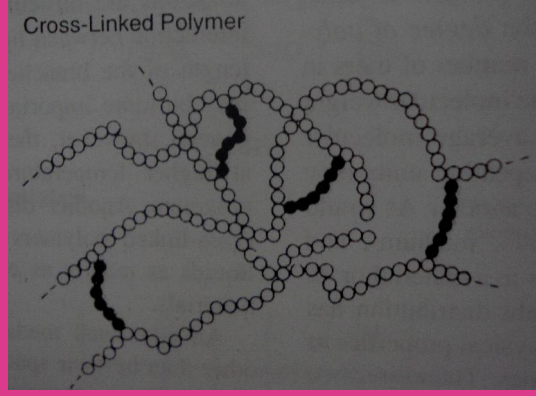
❖ *Light-activated* resin komposit (*blue light* : 470 nm)

⇨ Camphorquinone (0.2%-1%) &Tertiary amine *(photoinitiators*)

⇨ Pigmen : variasi warna

⇨ *Ultraviolet absorbers :* meminimalkan perubahan warna karena proses oksidasi

Reaksi polimerisasi



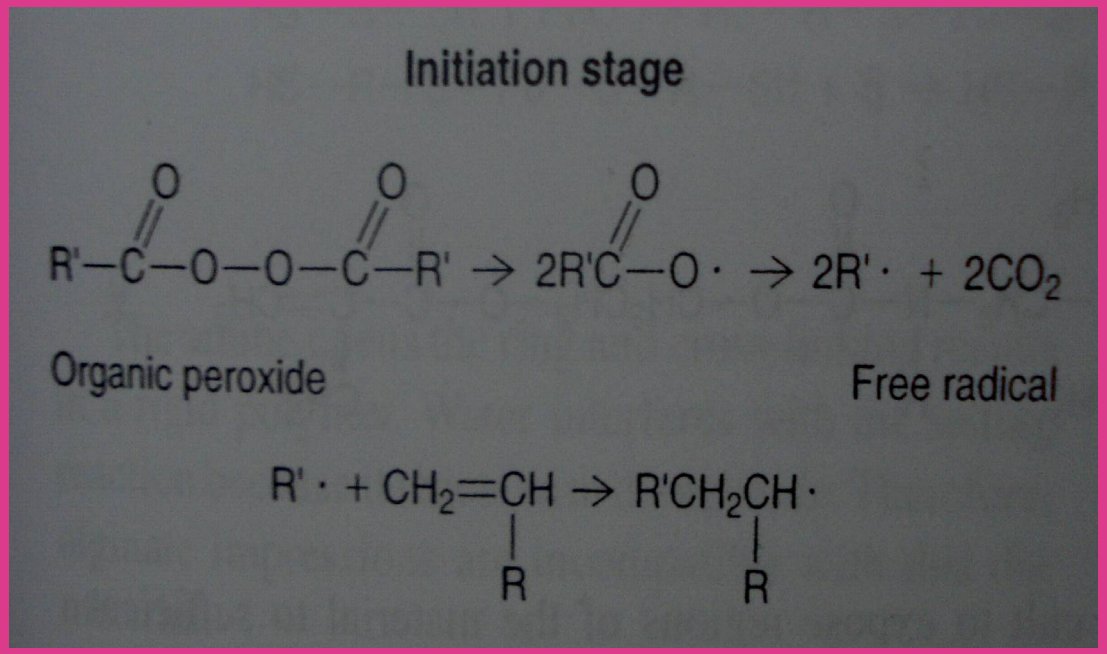
- *Self-cured composites*
  → peroxide (inisiator) & amine (akselerator)
- *Light-cured composites*
  → *visible blue light 470 nm (photoinitiator)*
- *Dual-cure composites*
  → kombinasi,baik secara kimia maupun dengan bantuan sinar

- Berupa reaksi : *"free radical addition polymerisation"*
  Free radical → *propagates the reaction* → *highly cross linked polymer*

.....*Free radical addition polymerisation*

- Terdiri atas 3 tahap :

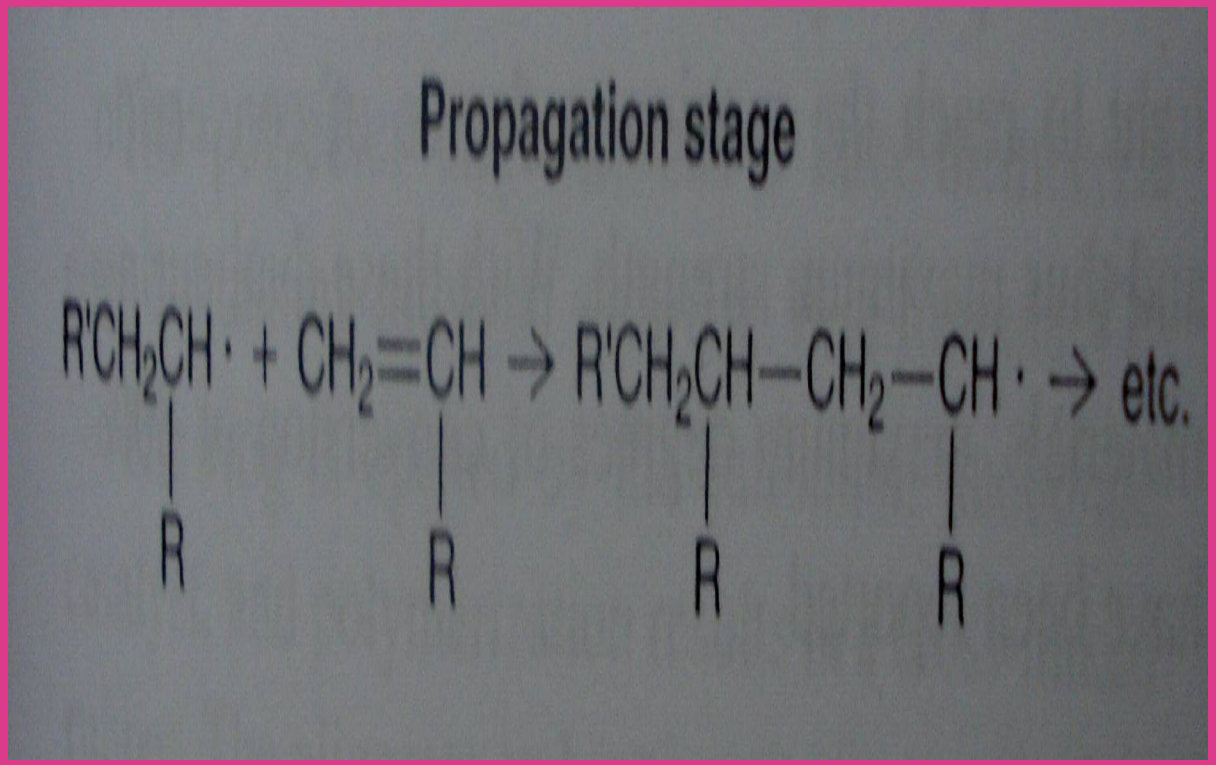
1. Initiation Stage



CRAIGS.12ed.2006

.....Free radical addition polymerisation

2. Propagation stage



CRAIGS.12ed.2006

.....Free radical addition polymerisation

3. Termination stage

Termination stage

$$R'M_n\cdot + \cdot M_mR \rightarrow R'M_nM_mR$$

Annihilation reaction

$$R'CH_2\underset{\underset{R}{|}}{CH}\cdot + \cdot \underset{\underset{R}{|}}{HC}-CH_2R' \rightarrow R'CH{=}\underset{\underset{R}{|}}{CH} + H_2\underset{\underset{R}{|}}{C}-CH_2R'$$

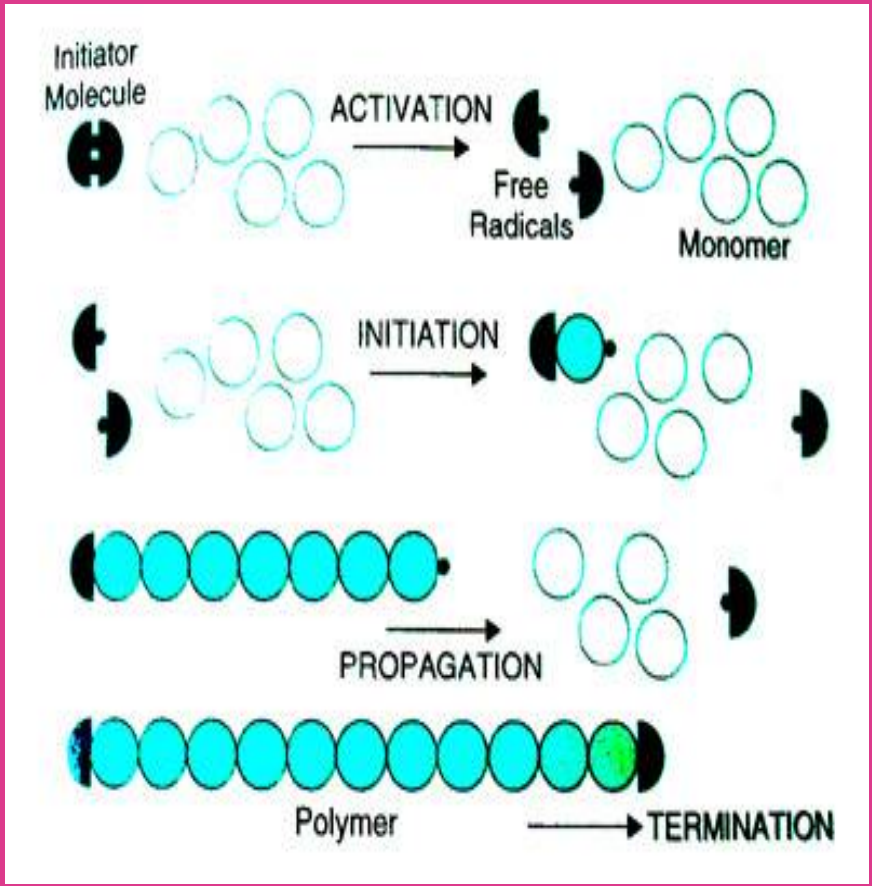
Disproportionation reaction

$$R'CH_2\underset{\underset{R}{|}}{CH}\cdot + CH_2{=}\underset{\underset{R}{|}}{CH} \rightarrow R'CH{=}\underset{\underset{R}{|}}{CH} + CH_3\underset{\underset{R}{|}}{CH}\cdot$$

Transfer reaction

CRAIGS.12ed.2006

Tahap Polimerisasi



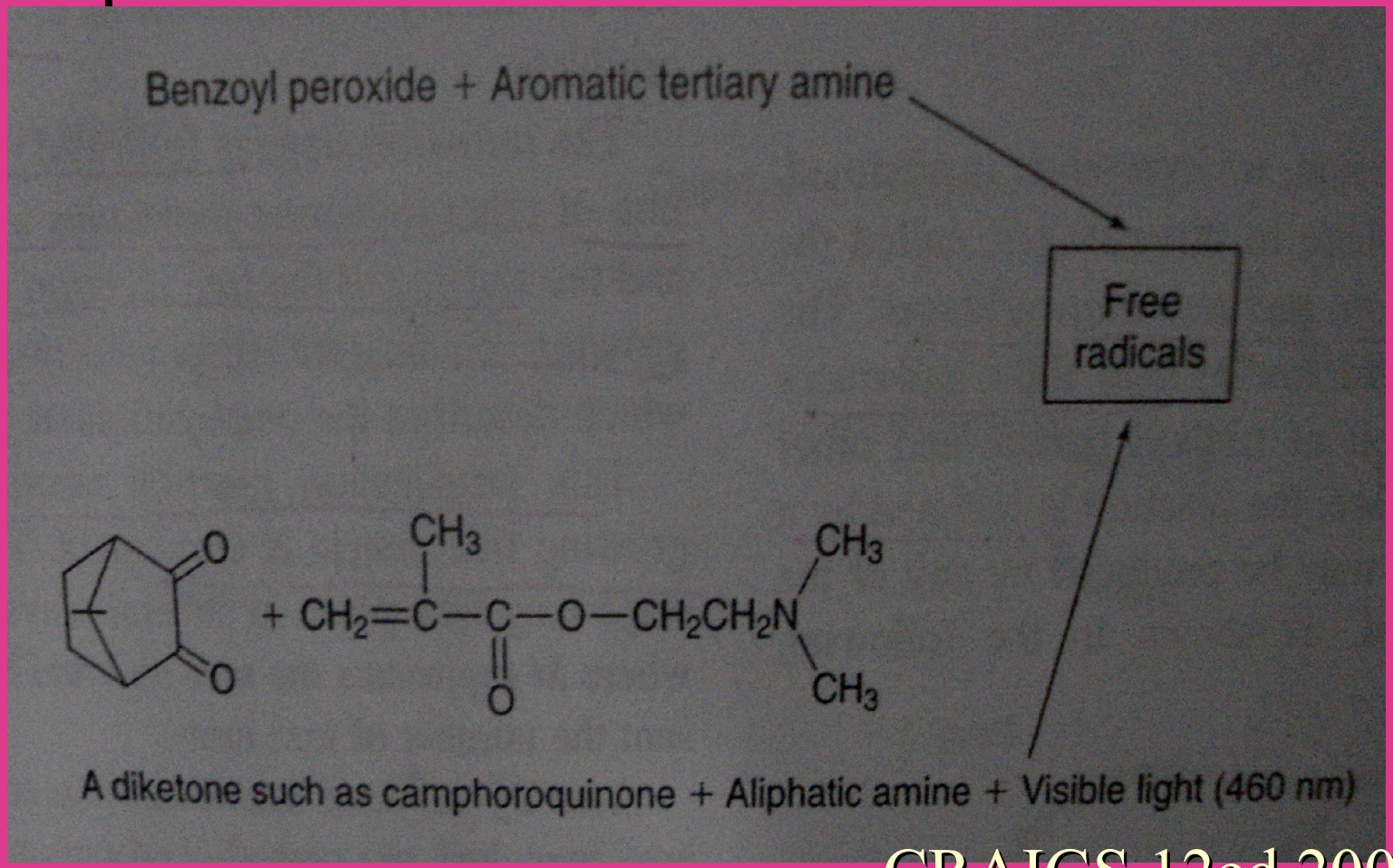
(1) **Aktivasi** → produksi radikal bebas

(2) **Inisasi** → kombinasi radikal bebas dengan unit monomer untuk menciptakan awal dari rantai

(3) **Propagasi** → penambahan unit monomer yang terus berlangsung

(4) **Terminasi** → penghentian pertumbuhan rantai

.....*Free radical addition polymerisation*



CRAIGS.12ed.2006

KLASIFIKASI

Berdasarkan **ukuran partikel**, **distribusi ukuran partikel** dan **persentase *filler*** dari resin. (Lutz & Phillips, 1983)

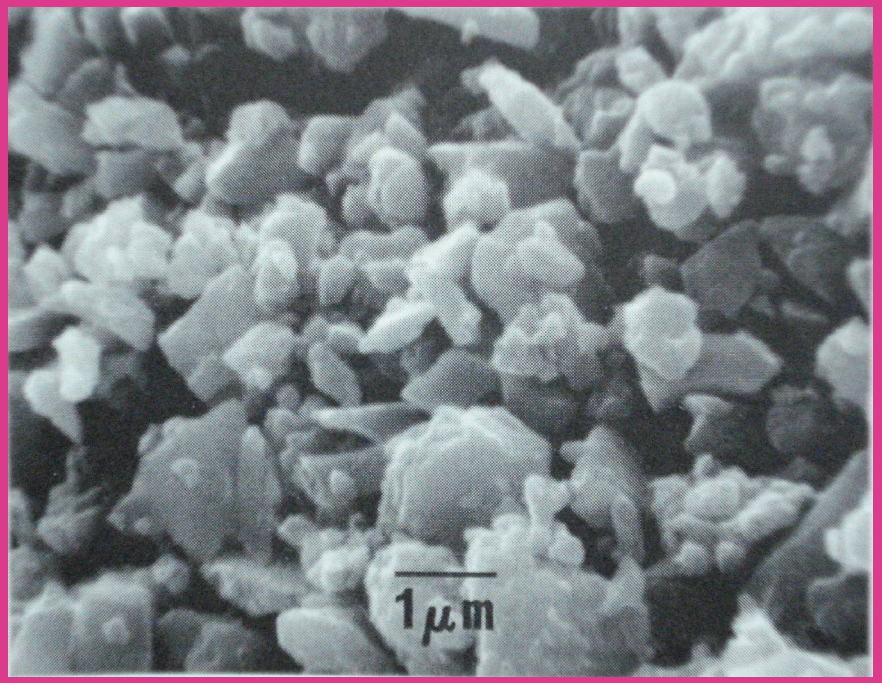
TABLE 12.1

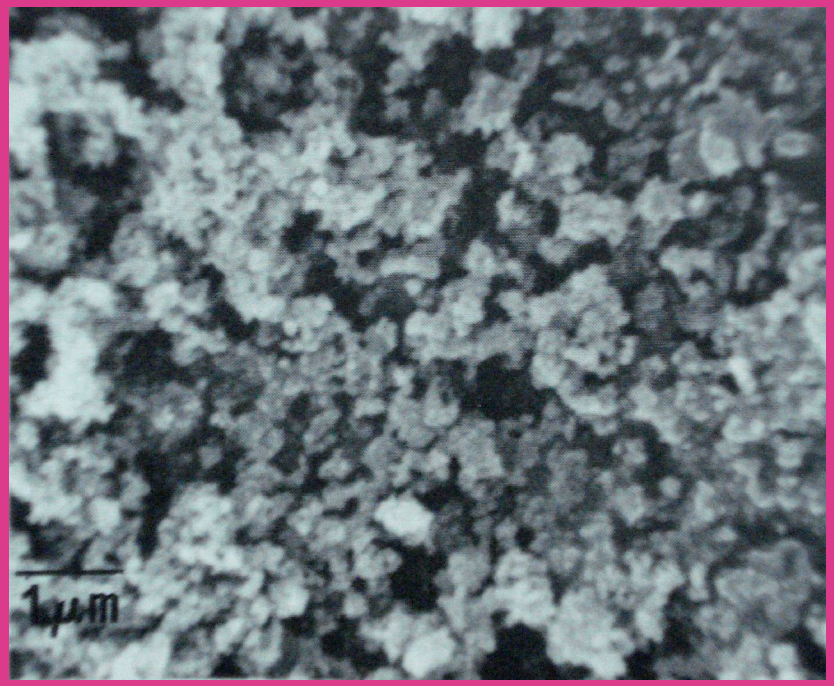
Category	Particle size (μ)	Filler loading (by weight)	Particles
Traditional/ Macrofillers	1-15	70-80%	quartz
Microfine/ microfillers	0.04-0.2	50-60%	amorphous silica
Fine particles	0.4-3	70-90%	ground glass/quartz
Hybrids/ blends		77-84%	macrofillers plus micro-fillers

After Lutz and Phillips

nt. 2nd ed. 2005

KLASIFIKASI





J-Mount. 2nd ed.

2005

KLASIFIKASI

Berdasarkan **ukuran partikel** (Bayne)

TABLE 12.2

Category	Particle size (μ)	Category	Particle size (μ)
Megafill	0.5	Minifill	0.1-1
Macrofill	10-100	Microfill	0.01-0.1
Midfill	1-10	Nanofill	0.005-0.01

After Bayne *et.al.*

J-Mount. 2nd ed. 2005

Macrofiller Composite

Macrofiller Composite

- Klasifikasi komposit berdasarkan ukuran partikel *filler,* disebut sbg :

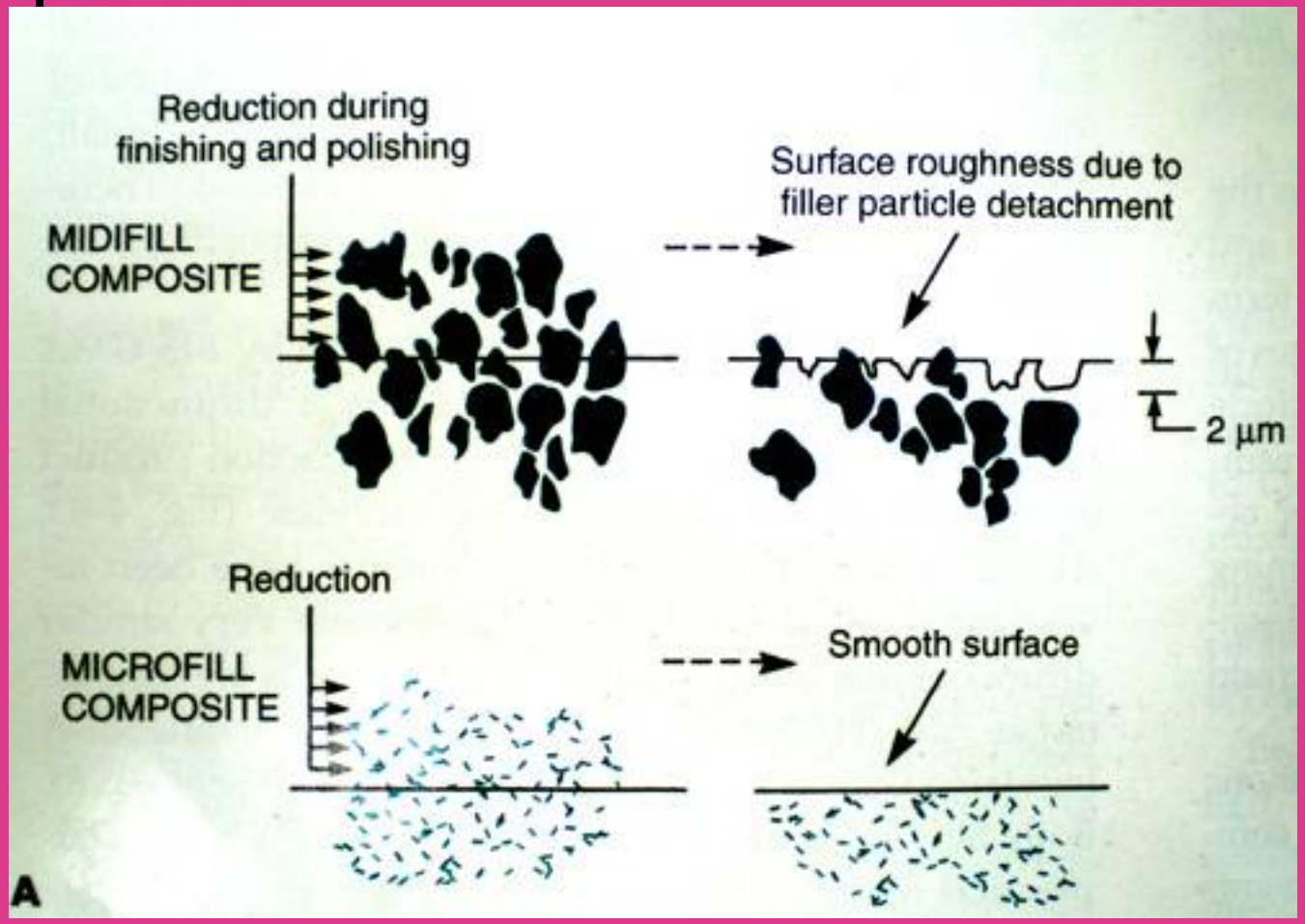
  macrofiller →ukuran antara 10-100μm

- *Traditionally/Macro composite* diindikasikan sebagai campuran dari partikel *glass silicate* dengan monomer akrilik, dimana terjadi polimerisasi selama aplikasinya.

Macrofilled Composite

- Partikel silika
  - menyediakan kekuatan kekuatan *filler*
  - menghasilkan penyebaran sinar dan sejumlah kecil sinar yang menambah translusensi yang menyerupai email.
- Monomer akrilik → campuran menjadi lebih cair dan mudah dibentuk
- Ukuran partikel *macrofiller*
  - efek langsung pada kekasaran permukaan pada dasarnya, tahap akhir atau pemolesan material.
- Partikel *filler* lebih keras daripada matriks.
  - Pada th*p* *finishing*, bbrp partikel dapat terlepas dari permukaan, shg menimbulkan permukaan yang berlubang-lubang.

Hubungan ukuran Filler dg Surface Roughness



Microfilled Composite

MICROFILLER COMPOSITE

- Ukuran partikelnya : 0.01 – 0.1μm

- Disebut juga *fine finishing composite* karena ukuran
- partikel fillernya kecil → viscositas tinggi

- Untuk mengatasi viscositas tinggi:
  - Mencampur precured microfill composite dengan uncured material → membentuk ikatan → sifatnya menjadi lebih baik → microfill heterogenous.
  - Unmodified microfill → microfill homogenous.
  - memasukan partikel filler kecil ke dalam partikel yang lebih besar → microfill highly filled

MICROFILLER COMPOSITE

- Sifat :

1. Compressive strength → medium-high
2. Flexural strength → medium-high
3. Flexural modulus → medium-high
4. Wear resistance → medium-high
5. Fluoride release → low
6. Fluoride rechargeable → low
7. Esthetics → excellent

MICROFILLER COMPOSITE

- Keuntungan : lebih estetis, lebih halus dan lebih fleksibel
- Penggunaan : kelas III, V
- Modulus elastisitas yang medium-high → restorasi microfiller composite lebih dapat beradaptasi terhadap regangan selama *tooth flexure*

MICROFILLER COMPOSITE

- Digunakan untuk menggantikan conventional composite, yaitu → partikel filler yang besar → diganti menjadi partikel colloidal silica dari microfiller composite yang berukuran 0.01-0.04 μm → hasil akhir restorasi dengan permukaan yang halus dan mengkilap

Hybrid Filled Composite Resin

Hybrid Composite Resin

- Campuran dua ukuran partikel filler yang berbeda
- Tujuannya untuk menggabungkan sifat fisik dan mekanik dua partikel filler agar menjadi lebih baik

Hybrid Composite Resin

- Macam-macamnya :
  - Midi Hybrid : Campuran microfill & midifill
  - Mini Hybrid (Micro hybrid) : Campuran microfill & macrofill
  - Nano Hybrid : Campuran nanofill & midifill (microfill)

Nano Filled Composite

Nano Komposit

nanofillers

- dengan ukuran partikel 0.005-0.01 μm
- lebih kecil dari panjang gelombang *visible light* 0.02-2 μm
- Ukuran yang kecil → dapat masuk diantara

beberapa rantai polimer → *very high filler loading levels in composites*

Nano Composite

- Volume dari *inorganik filler* 78.5%
- *High Polish,High Strength,High Modulus*
- Penggunaan pada kelas I, II, III, IV & V

KLASIFIKASI

TABLE 9-1 Types of Restorations and Recommended Resin Composites

Type of Restoration	Recommended Resin Composite
Class 1	Multipurpose, nanocomposite, packable microfilled (posterior),* compomer (posterior)*
Class 2	Multipurpose, nanocomposite, packable, laboratory, microfilled (posterior),* compomer (posterior)*
Class 3	Multipurpose, nanocomposite, microfilled, compomer
Class 4	Multipurpose, nanocomposite
Class 5	Multipurpose, nanocomposite, microfilled, compomer
Class 6 (MOD)	Packable, nanocomposite
Cervical lesions	Flowable, compomer
Pediatric restorations	Flowable, compomer
3-unit bridge or crown	Laboratory (with fiber reinforcement)
Alloy substructure	Laboratory (bonded)
Core build-up	Core
Temporary restoration	Provisional
High caries-risk patients	Glass ionomers, hybrid ionomers (see Chapter 8)

KLASIFIKASI

TABLE 9-2 Characteristics of Various Types of Resin Composites

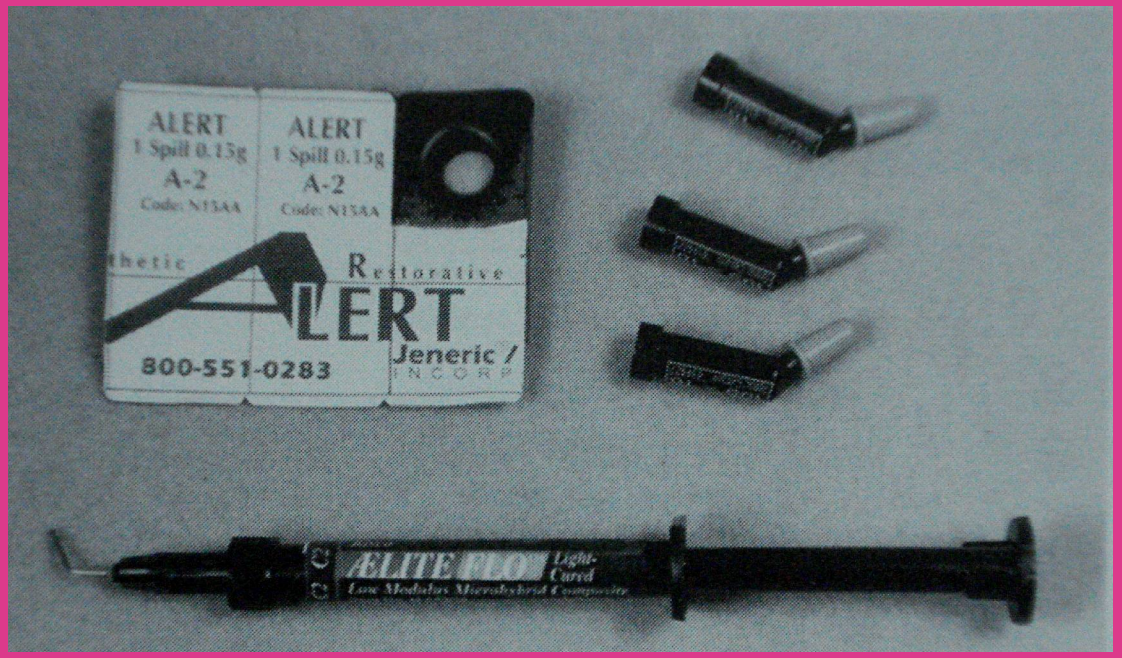
Type of Composite	Size of Filler Particles (μm)	Volume of Inorganic Filler (%)	Handling Characteristics and Properties	
			Advantages	Disadvantages
Multipurpose	0.04, 0.2–3.0	60–70	High strength, high modulus	
Nanocomposite	0.002–0.075	78.5	High polish, high strength, high modulus	
Microfilled	0.04	32–50	Best polish, best esthetics	Higher shrinkage
Packable	0.04, 0.2–20	59–80	Packable, less shrinkage, lower wear	
Flowable	0.04, 0.2–3.0	42–62	Syringeable, lower modulus	Higher wear
Laboratory	0.04, 0.2–3.0	60–70	Best anatomy and contacts, lower wear	Lab cost, special equipment, requires resin cement

CRAIGS.12ed.2006

Packaging of composites

- ***Light-cured Composites***

  - Dalam bentuk *spills, syringes* (opaque plastics) dan *compules* (memudahkan penumpatan, me kan resiko *cross infection*, melindungi pasta dari eksposure sinar yang berlebihan)



Packaging of composites

- **Self-cured & Dual-cured Composites**

  - Dalam bentuk syringe atau tube
  - Terdiri dari pasta dan katalis *(two-paste core composite)*
  - Membutuhkan pengadukan

Sifat-sifat fisik

- **Waktu Pengerasan**

Tergantung pada metode aktivasi :

- *Two-paste chemically activated system (self-cured composite)*

  ➡ 3-6 menit dari mulai pengadukan

- *One-paste light activated system (light-cured composite)*

  Bergantung pada : sumber sinar dan waktu eksposure

  Light curing-times : 3-40 menit (tipe dan intensitas sumber sinar, warna dan ketebalan material)

  ➡ intensitas sinar minimum : 400mW/cm2

……..Waktu pengerasan

- Intensitas sinar ↑ ➡ me ↓ kan *curing time* ➡ me ↑ kan polimerisasi ➡ me ↑ *shrinkage* ➡ me ↑ kan *microleakage*

- Reaksi pengerasan terus berlanjut s/d 24 jam sesudah penyinaran dan meninggalkan 25-40% *unbonded monomers* ➡ toksik terhadap pulpa

"Composite resins can never be over cured"

Sifat-sifat fisik

- **Kedalaman Penyinaran**

  - Penyinaran yang tidak adekuat pada lapisan bawah dari restorasi
  ⇒ pembentukan celah (*gap*), kebocoran tepi, karies sekunder, pulpa sensitif &kegagalan restorasi secara keseluruhan

  - Dipengaruhi oleh beberapa faktor :
  ⇒ tipe *filler* dan komposisi
  ⇒ sifat kimia dari resin
  ⇒ warna dan translusensi
  ⇒ konsentrasi aktivator-inisiator
  ⇒ intensitas, distribusi spektrum dan durasi dari penyinaran

…Kedalaman Penyinaran

- Penumpatan restorasi resin komposit harus dilakukan secara *incremental*, dengan ketebalan maksimal 2mm
  → *uniform polymerisation*

- Pada saat penumpatan jarak dari ujung *light cure* :
  3-4 mm ke arah permukaan restorasi

Sifat-sifat fisik

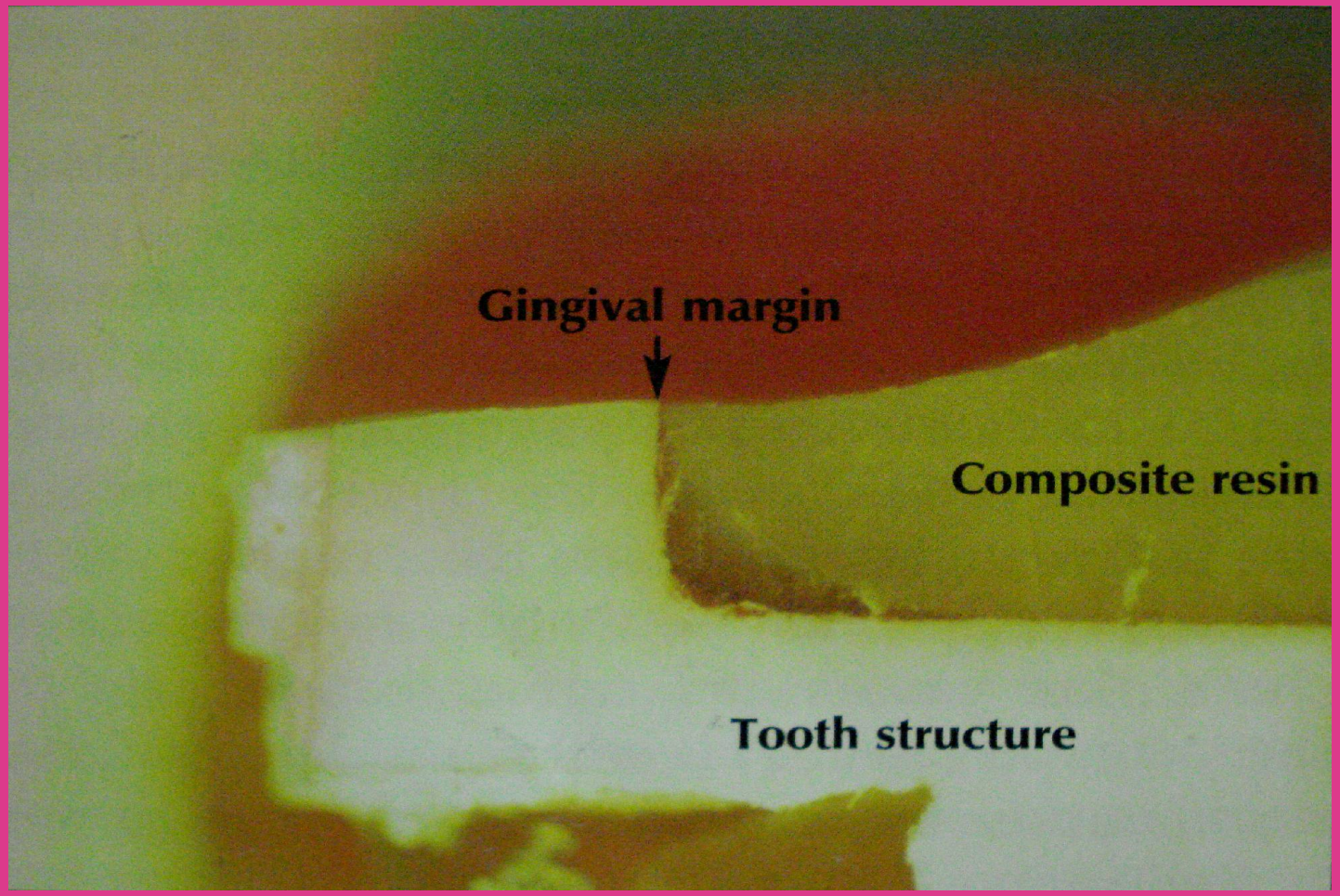
- *Polymerisation shrinkage*

Shrinkage

Pre-gel phase → *Flow ↑ &resisten thd stress*

Post-gel phase → *Flow ↓ &rentan thd stress (shrinkage)* → *Postoperative sensitivity, tooth fracture, microleakage&secondary caries*

….Polymerisation shrinkage



J-Mount. 2nd ed. 2005

.....*Polymerisation shrinkage*

- Semakin kecil partikel *filler* → *polymerisation shrinkage* ↑

- Hal-hal yang dapat mengurangi terjadinya *shrinkage* :
  - Peletakan resin komposit secara *incremental*
  - Peletakan glass-ionomer sebagai basis
  - Peletakan glass-ionomer sebagai *liner (shock absorber)*

Sifat-sifat fisik

- **Sifat Termal**

  - Koefisien ekspansi termal resin komposit tiga kali lebih besar dari struktur gigi dan bervariasi tergantung dari persentase *filler*

  - Resin komposit dengan volume filler ↓ (microfill) ⇒ memiliki koefisien ekspansi termal ↓

  - Koefisien ekspansi termal (α) :
    25-38 x 10^{-6} /ºC *(fine particles)* & 55-68 x 10^{-6}/°C *(microfine particles)*

Sifat-sifat fisik

- **Kemampuan Menyerap Air dan Kelarutan**

  - Kemampuan resin komposit menyerap air, tergantung pada matriks resin dan komposisi resin ⇒ sifat fisik-mekanis ⇒ *hardness & wear resistance*

  - Intensitas penyinaran yang tidak adekuat ⇒ polimerisasi yang tidak adekuate ⇒ me ↑ kan penyerapan air&kelarutan ⇒ *marginal staining*

……Kemampuan Menyerap Air dan Kelarutan

- Pada partikel hybrid, kemampuan penyerapan air adalah (5-17µg/mm3) lebih kecil dibandingkan dengan komposit dengan partikel microfine (26-30µg/mm3)

- Kualitas dan stabilitas dari silane coupling agent ⇨ meminimalisasi lepasnya ikatan antara filler dan matriks ⇨ me↓ kan resiko penyerapan air oleh komposit

- Resin komposit mencapai kestabilan terhadap penyerapan air setelah 7 hari pasca penumpatan

Kemampuan Menyerap Air dan Kelarutan

Composite resins take-up water !!!
Compomers take up more water than composites
Giomers take up the most water leading to greater marginal gap reduction !!!!!

Sifat-sifat fisik

- **Stabilitas Warna**

  - Dapat dipengaruhi oleh :
    faktor ekstrinsik (kopi, teh, cola, beberapa obat kumur dan agen pemutih) & **faktor intrinsik**

  - *Stress cracks* dalam polimer matriks&lepasnya sebagian ikatan antara *filler* dan resin (hidrolisis) ⇒ ↑opasitas dan perubahan warna dari komposit

  - Diskolorisasi juga dapat disebabkan karena adanya proses oksidasi dan adanya pertukaran air di dalam polimer matriks

Sifat-sifat mekanis

- Sifat-sifat mekanis dari resin komposit, bervariasi, tergantung dari **persentase *filler***

- ↑Persentase *filler* ⟹ me ↑ kan *stiffness, strength, & fracture toughness* resin komposit

- Pada resin komposit jenis *microfill* dan *flowable* (persentase *filler* ↓) ⟹ memiliki sifat mekanis yang lebih rendah dibandingkan jenis komposit *minifill* dan *midifill* (persentase *filler* ↑)

" Pada lesi servikal non-karies, maka dibutuhkan jenis resin komposit yang memiliki persentase filler ↓ "

Sifat-sifat mekanis

- ***Strength & Modulus***

  - *Flexural & Compressive Moduli* dari resin komposit jenis *microfilled* dan *flowable* 50% lebih rendah daripada resin komposit jenis *hybrids&packable*

  - Resin komposit memiliki Compressive modulus yang lebih kecil dibandingkan amalgam (62 GPa), dentin 19 GPa) dan email (83 GPa)

Sifat-sifat mekanis

TABLE 9-3 Properties of Various Types of Resin Composites and Compomers

Property	Nanocomposite*	Multipurpose Composite	Microfill Composite	Packable Composite	Flowable Composite	Laboratory Composite	Core Composite	Compomer
Flexural strength (MPa)	180	80–160	60–120	85–110	70–120	90–150†	—	65–125
Flexural modulus (GPa)	—	8.8–13	4.0–6.9	9.0–12	2.6–5.6	4.7–15†	—	4.5–14
Flexural fatigue limit (MPa)	—	60–110	—	—	—	—	—	70
Compressive strength (MPa)	460	240–290	240–300	220–300	210–300	210–280†	210–250	180–250
Compressive modulus (GPa)	—	5.5–8.3	2.6–4.8	5.8–9.0	2.6–5.9	—	7.5–22	6–7
Diametral tensile strength (MPa)	81	30–55	25–40	—	33–48	—	40–50	25–40
Linear polymerization shrinkage (%)	—	0.7–1.4	2–3	0.6–0.9	—	—	—	—
Color stability, accelerated aging—450 kJ/m^2 (ΔE^*)‡	—	1.5	—	—	15	1.1–2.3	—	2.1
Color stability, stained by juice/tea (ΔE^*)‡	—	4.3	—	—	—	1.7–3.9	—	5.7

CRAIGS.12ed.2006

Sifat-sifat mekanis

- ***Knoop Hardness***

  → resistensi suatu material terhadap indentasi di bawah tekanan fungsional

- Resin komposit memiliki *knoop hardness* : 22-80 kg/mm2, dimana lebih rendah dibandingkan email (343 kg/mm2) dan amalgam (110 kg/mm2)

- Resin komposit dengan *fine particles* memiliki *knoop hardness* yang lebih besar dibandingkan resin komposit dengan *microfine particles*

Sifat-sifat mekanis

- **Ikatan terhadap email dan dentin**

  - *Bond strength* dari resin komposit terhadap email yang telah dietsa adalah 20-30 MPa

  - Ikatan terhadap email terbentuk secara mikromekanis

↓

Etsa dengan phosphoric acid 37% (15 detik)

↓

Kelarutan dari pernukaan enamel rod

↓

Mikroporositas (30 μm)

↓

Aplikasi resin ke email&dentin → **"Resin Tags"**

……Ikatan terhadap email dan dentin

- Faktor-faktor yang mempengaruhi efektifitas resin bonding pada email :
  - Tekhnik aplikasi yang kurang baik
  - Kontaminasi dari permukaan email setelah pengetsaan
  - Adanya *microcracks* pada email selama preparasi kavitas
  - Adanya tepi email yang fraktur/tidak adanya email pendukung

Ikatan terhadap email dan dentin

- Ikatan resin komposit terhadap dentin lebih sulit dibandingkan ikatannya ke email, dikarenakan perbedaan komposisi & struktur

TABLE 12.3

Content	Enamel	Dentine
Inorganic	86% (hydroxyapatite)	50%
Organic	12%	25% (mainly type I collagen)
Water	2%	25%

……Ikatan terhadap email dan dentin

- Dentine Bonding System : menghilangkan smear layer

- Total etsa (email&dentin)

↓

Menghilangkan smear layer &mendemineralisasi lapisan permukaan dentin

↓

Mikroporus dari kolagen fibril

↓

Aplikasi primer (hidrofilic monomer-hidrofobic monomer)

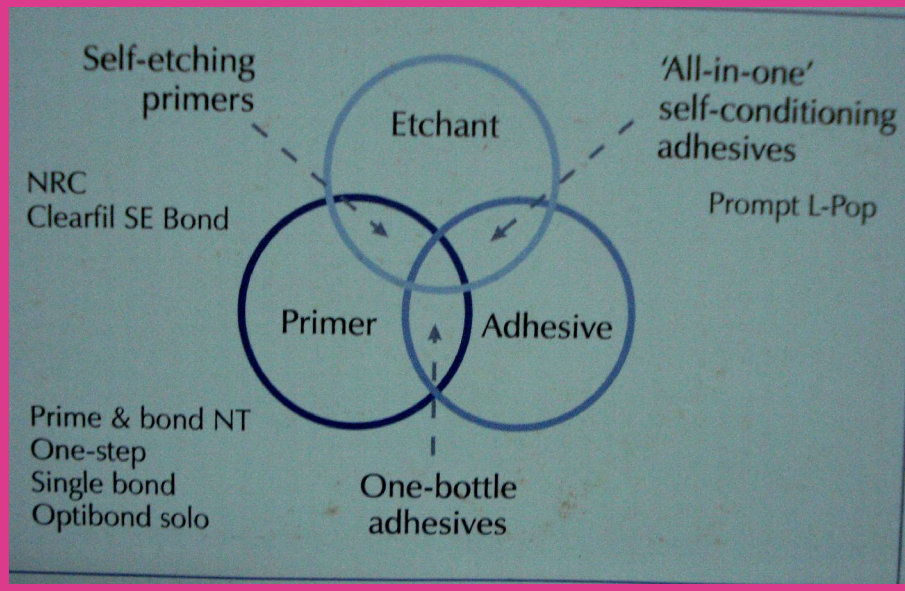
Aplikasi adhesive

↓

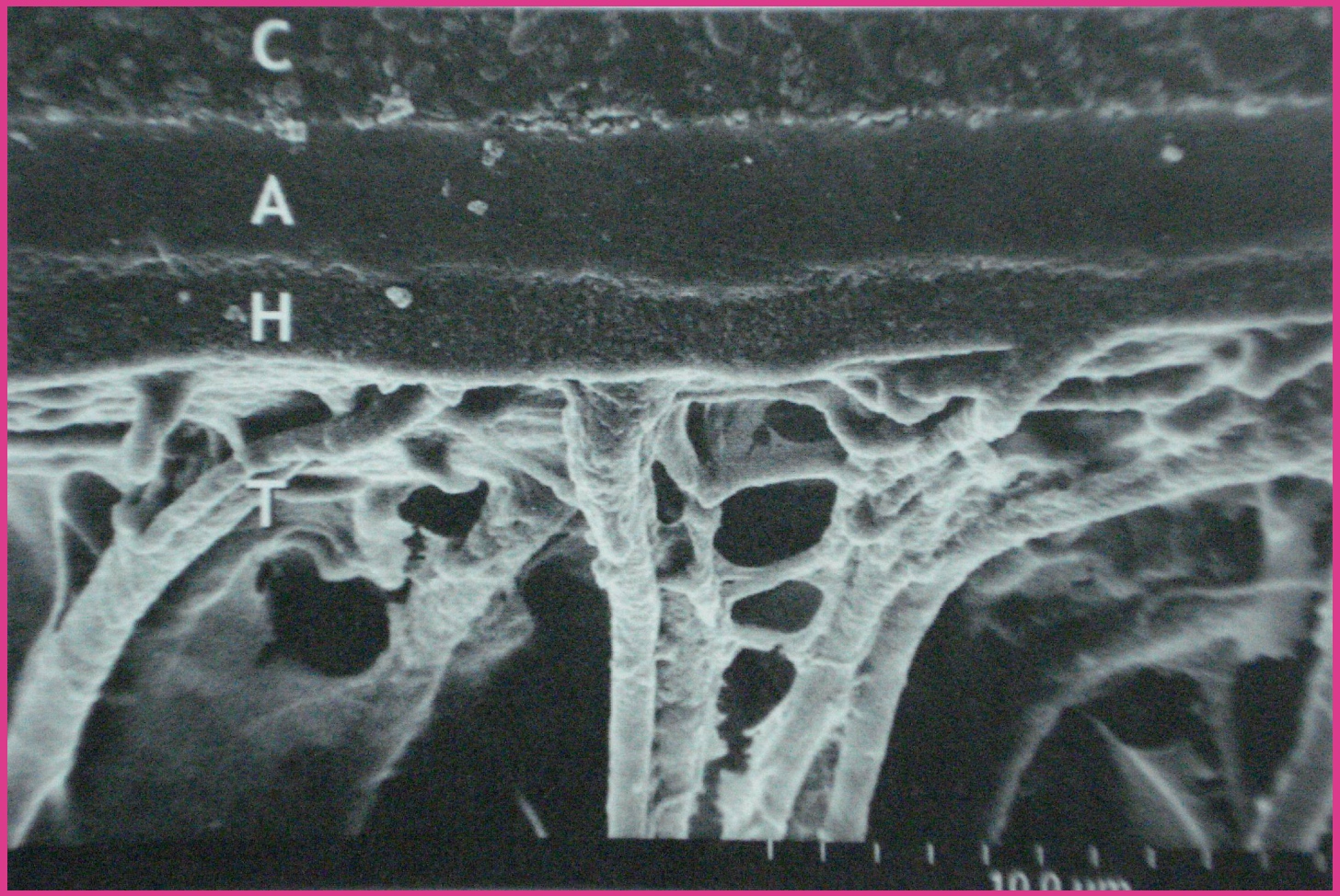
Mengikat kolagen yang terkspos

↓

Membentuk resin tags pada tubuli dentin (hibryd layer)



……Ikatan terhadap email dan dentin



Aplikasi Klinis

Indikasi & Kontra Indikasi

- Faktor2:
  - Bonding paling baik dg enamel gigi pd semua tepi margin
  - Isolasi daerah kerja
  - Kavitas harus dpt dijangkau sumber sinar
  - Tekanan oklusal
  - Kemampuan operator

Prosedur Preoperatif

- Pemilihan warna
  - Gigi dibersihkan dg pumice & air (tanpa fluor)
    - → Menghilangkan plak & debris
    - → Didapat warna yg sebenarnya
  - Dg shade guide → batasan dlm jenis warna, faktor pencahayaan, & kompleksitas warna
    - Teknik yg baik: cure sejumlah kecil RK pd gigi sblm dikeringkan

Mount GJ, Preservation & Restoration of Tooth Structure, 2nd Ed.

Preparasi Kavitas

- Prinsip:
  - Bentuk kavitas internal bulat utk menghindari titik2 stress
  - Bevel margin enamel utk meningkatkan ikatan antara RK dg enamel
    - Utk estetis (gigi anterior) → perluas bevel
  - Jangan letakkan bevel pd margin oklusal
  - Jangan letakkan bevel pd margin gingiva (bila berada pd dentin)
  - Akses utk gigi anterior dr permukaan lingual/palatal utk mempertahankan jaringan facial & utk estetik

Mount GJ, Preservation & Restoration of Tooth Structure, 2nd Ed.

Preparasi Kavitas

- Tahap-tahap utama:
  - Mengangkat karies, kelainan, restorasi lama, atau struktur yang rapuh
  - Membentuk margin enamel dg sudut $\geq 90^{o}$
  - Membentuk sudut margin cavosurface 90° pd akar gigi
  - Memperkasar permukaan gigi dg diamond stone

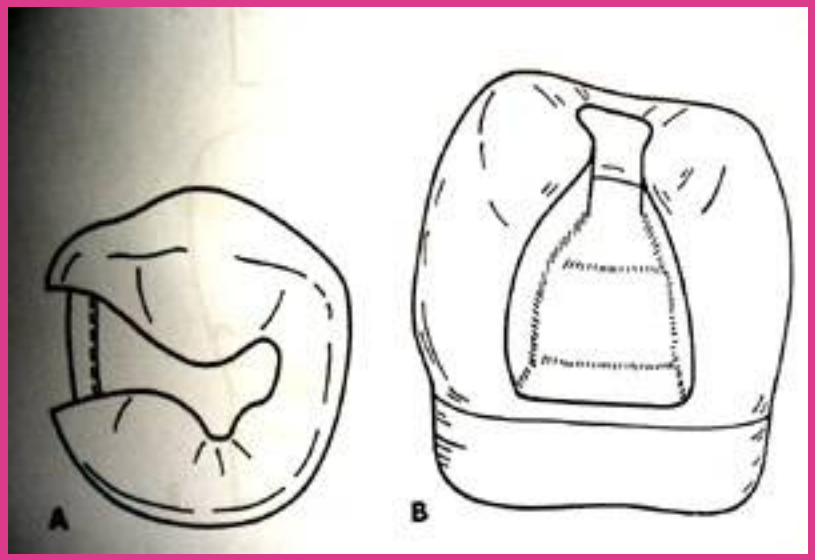
Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry, 4th Edition

Preparasi Kavitas

- 4 Desain:
  - Conventional
  - Beveled Conventional
  - Modified
  - Box-only
  - Slot Preparation Design

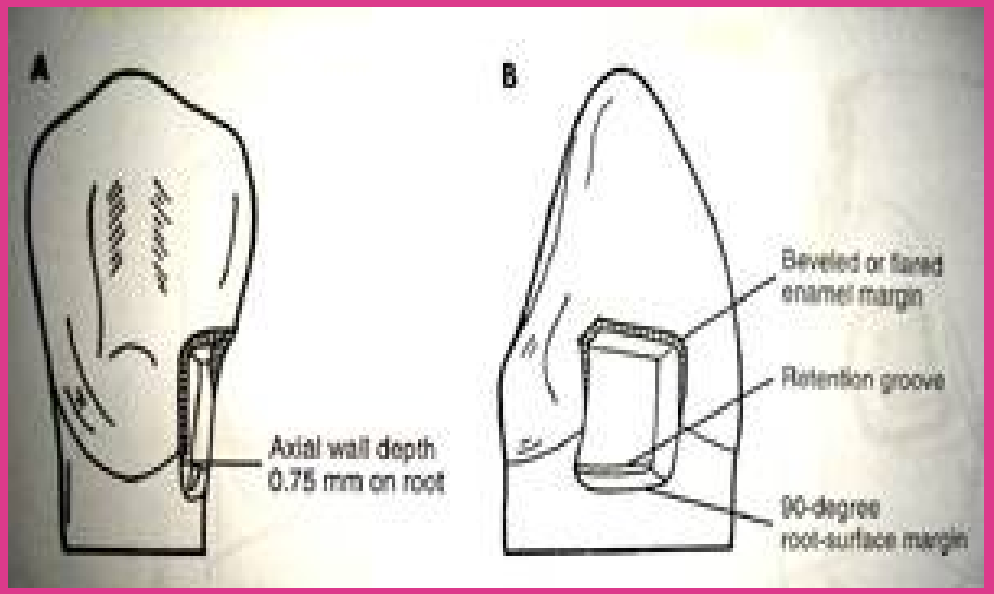
Preparasi Kavitas

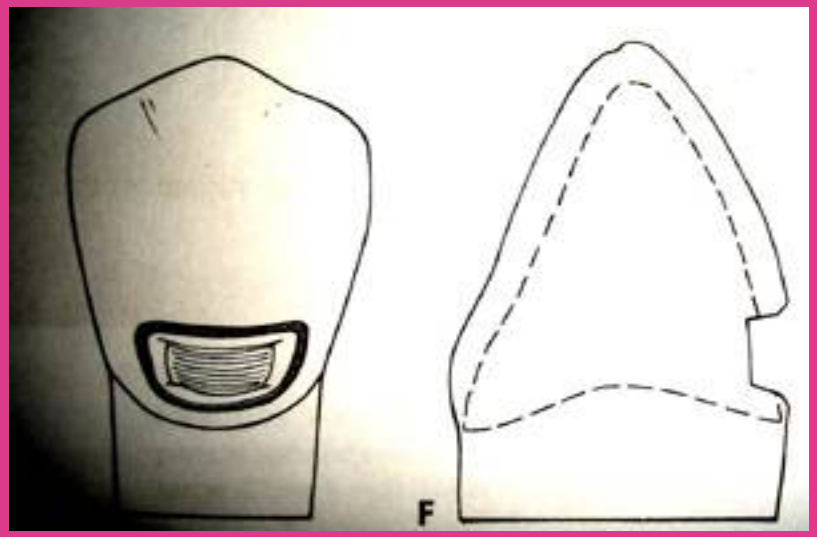
- Desain Konvensional:
  - ~ amalgam
    - Extention external walls
    - Uniform depth
  - Indikasi :
    - Preprasi pd permukaan akar (daerah non – enamel)
    - Restorasi kls I & II yang moderat-luas



Preparasi Kavitas

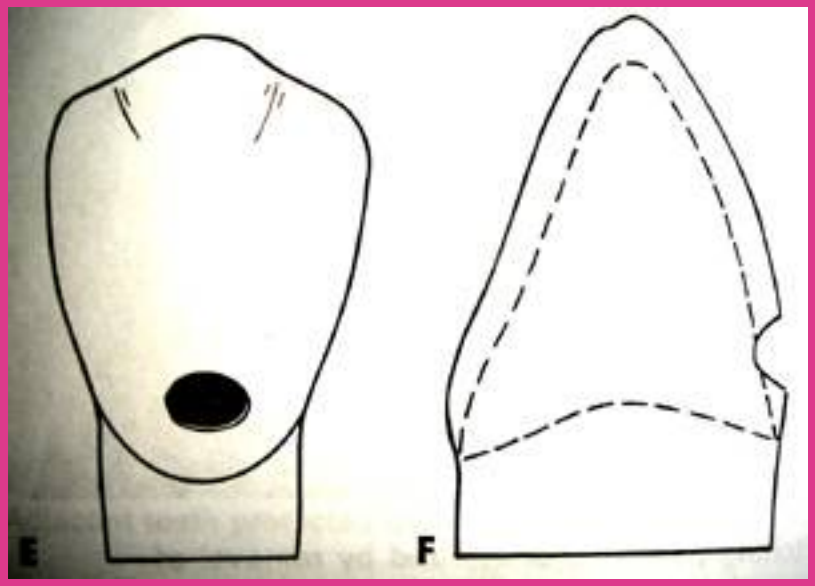
- Beveled Conventional
  - Bentuk box
  - Margin enamel dibevel
  - Indikasi:
    - Menggantikan tumpatan lama
    - Kelas III, IV, dan V





Preparasi Kavitas

- Modified:
  - Tdk memiliki konfigurasi dinding ataupun kedalaman axial yg pasti
  - Perluasan kavitas bergantung pd karies
  - Indikasi:
    - Lesi karies yg kecil dg margin enamel
    - Utk memperbaiki kelainan enamel



Preparasi Kavitas

- Box-only
  - Karies pada permukaan proksimal tanpa keterlibatan permukaan oklusal
- Facial/Lingual Slot
  - Kavitas proksimal dg akses dr permukaan facial/lingual

Matriks & Wedge

- Matriks

  →meningkatkan adaptasi restorasi ke margin gingiva & membentuk kontur proksimal
  - Utk gigi anterior → matriks mylar atau plastic strip
  - Utk gigi posterior → matriks transparan yg “pre-contoured”
  - Gunakan sectional matrix

- Wedging → utk mendapatkan:
  - Kontak yg baik
  - Melindungi jaringan gingiva interproksimal
  - Memperbaiki bentuk, kontur proksimal, dan ruang embrasure

Matriks & Wedge

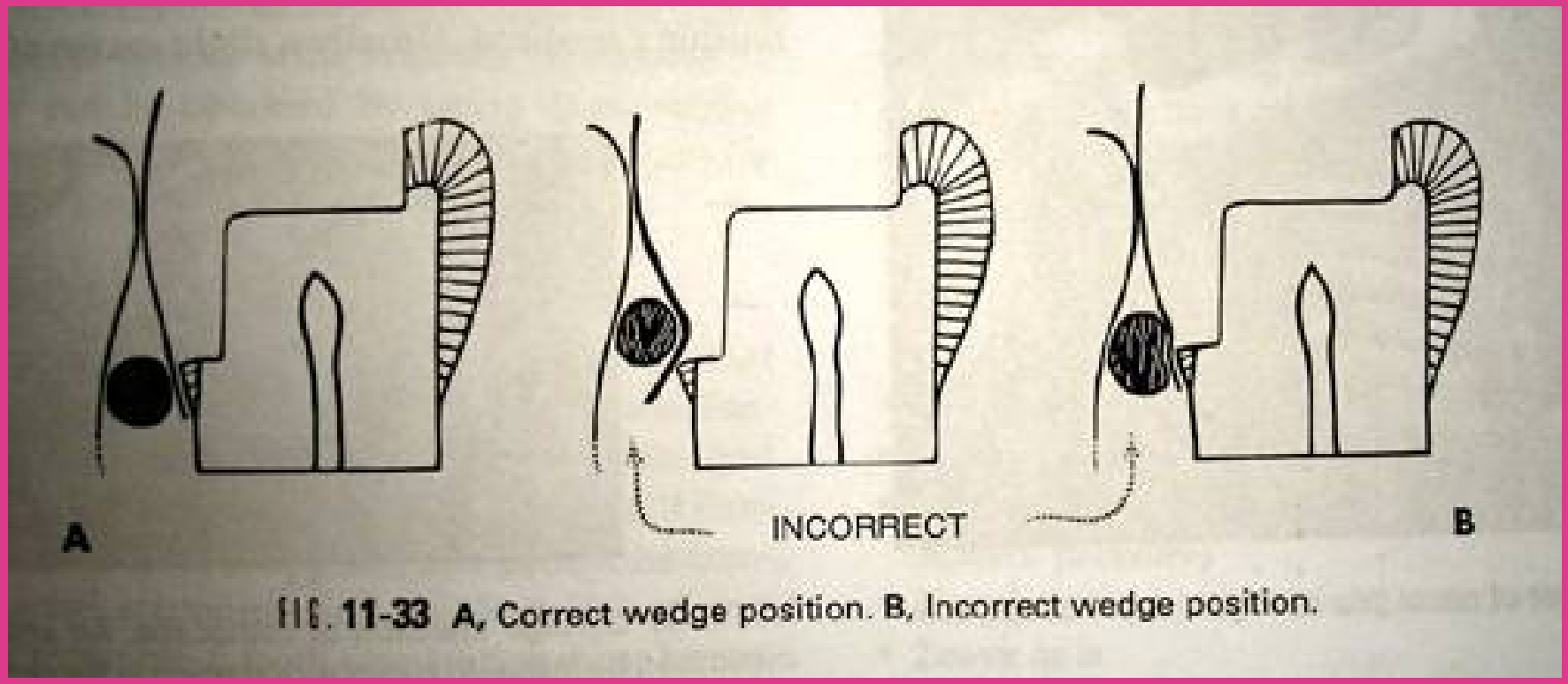


FIG. 11-33 A, Correct wedge position. B, Incorrect wedge position.

Etsa & Bonding

- Bonding antara resin dg gigi mll 4 mekanisme:
  - Mekanis: penetrasi resin & pembentukan resin tag
  - Difusi : masuknya bahan ke permukaan gigi
  - Adsorpsi : ikatan kimiawi dg komponen organik atau anorganik
  - Kombinasi
- Tujuan:
  - Email → resin tags (macro & mciro)
  - Dentin → hybrid layer

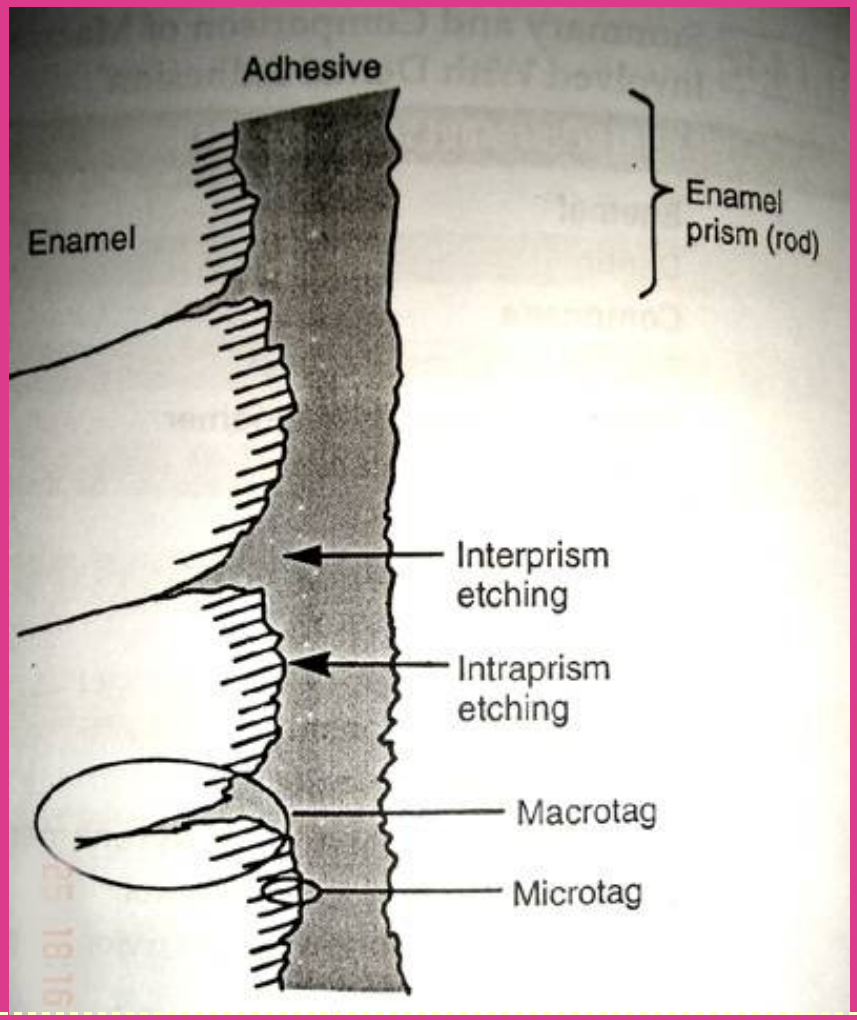
Adhesi dg Enamel

- Anjuran : 37% orthophosphoric acid gel dg waktu aplikasi 15 dtk
  - Enamel → “frosted white”
    → porositas sedalam 30 µm

- Mnrt Silverstone → konsentrasi 30-40% memberi permukaan enamel yg retentif
  - > 40% lebih sedikit kalsium yg larut → pola tdk jelas
  - 50% (60dtk) → endapan phosphate monohydrate yg msh dpt dibilas
  - < 27% → endapan dicalcium phosphate monohydrate yg sulit dihilangkan

Adhesi dg Enamel

- Manfaat etsa:
  - Permukaan enamel tdk rata
    - → Resin berpenetrasi dlm permukaan
    - → Resin tags
      - → macrotags : resin tag dlm perifer enamel rod
      - → microtags : dlm ujung kristal-kristal HA
  - Meningkatkan energi permukaan



Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry, 4th Edition

Adhesi dg Enamel

- 3 jenis pola
  - Type I
    - Larutnya pusat prisma enamel tanpa larutnya perifer prisma
  - Type II
    - Larutnya perifer prisma tanpa larutnya pusat pris
  - Type III
    - kombinasi

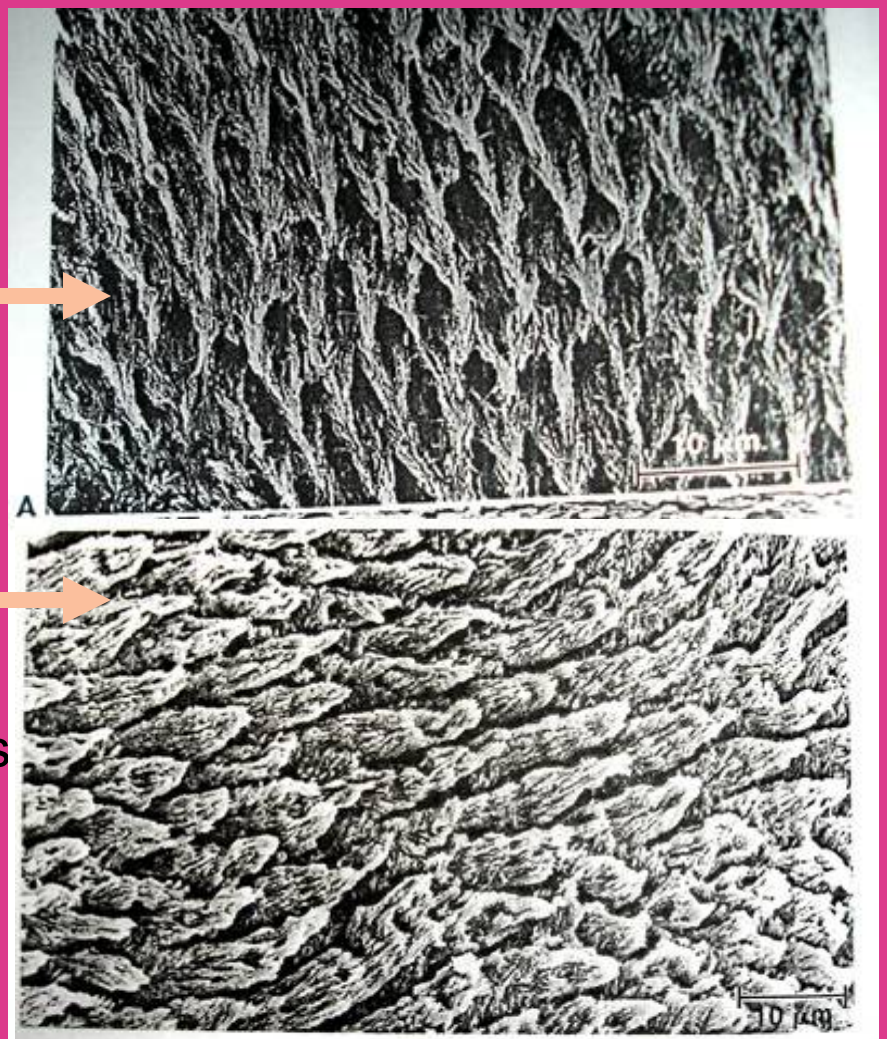


FIG. 5-3 Scanning electron micrograph of enamel etched with 36% phosphoric acid (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) for 30 seconds.

Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry, 4th Edition

Etsa pd Enamel

- Faktor2 kesuksesan teknik etsa:
  - Jenis & konsentrasi asam
  - Durasi etsa
  - Pembersihan asam & debris hasil etsa
  - Permukaan bebas kontaminasi
  - Aplikasi adhesif dg viskositas kecil → penetrasi optimum
  - Adhesif setipis mungkin

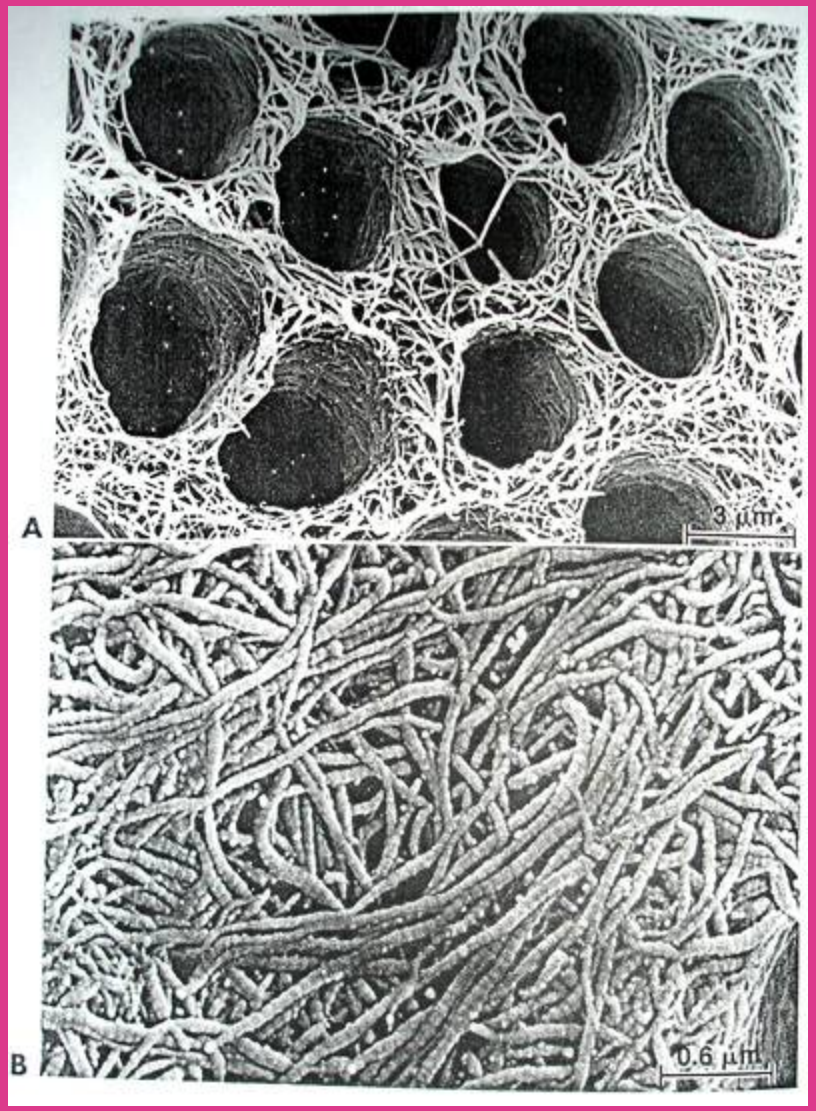
Adhesi dg Dentin

- Faktor2:
  - Komposisi & struktur dentin tdk homogen
    - Kandungan air & material organik
    - Tubuli dentin
  - Adanya pergerakan cairan dentin
  - Adanya smear layer
  - Terbentuknya dentin tersier & sklerotik dg respons yg berbeda thd etsa

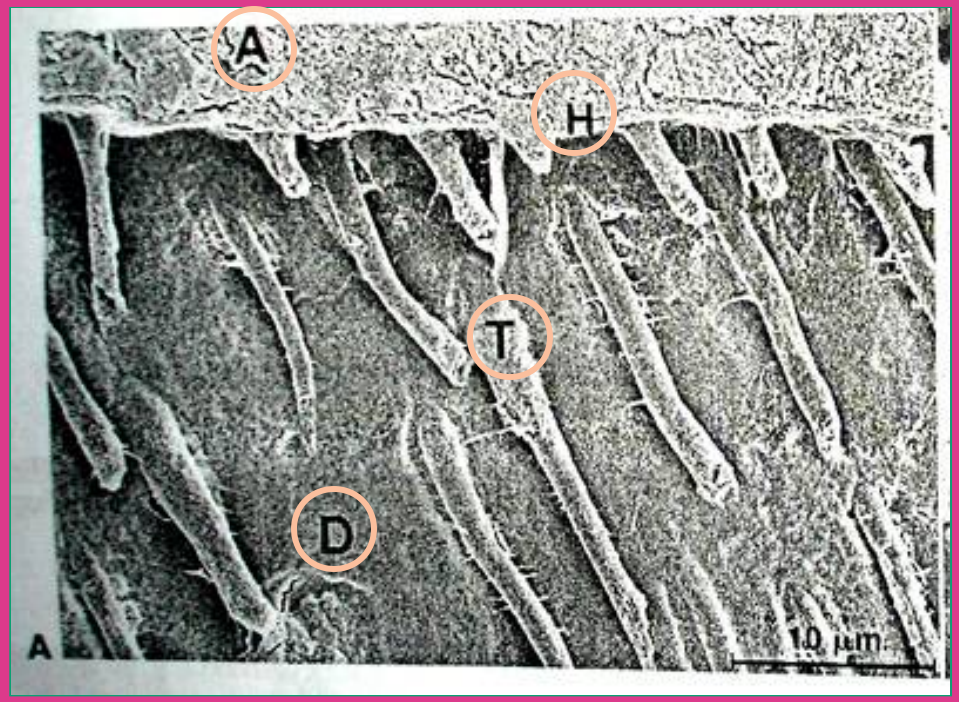
Adhesi dg Dentin

- Tujuan Etsa & Bonding:
  - Demineralisasi dentin
    - → Berdirinya serabut2 kolagen
    - → dpt berikatan dg bhn primer
    - → **hybrid layer**
  - Menghilangkan smear layer

Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry, 4th Edition



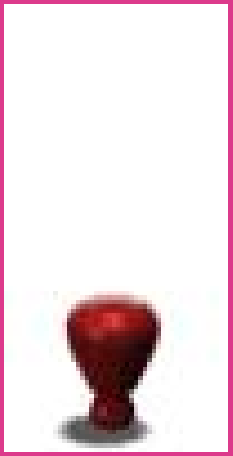
Adhesi dg Dentin



(A) adhesive, (H) hybrid layer, (T) resin tags, (D) dentin

Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry, 4th Edition

Adhesi dg Dentin



- Faktor penting → Kelembababab permukaan dentin !!!!

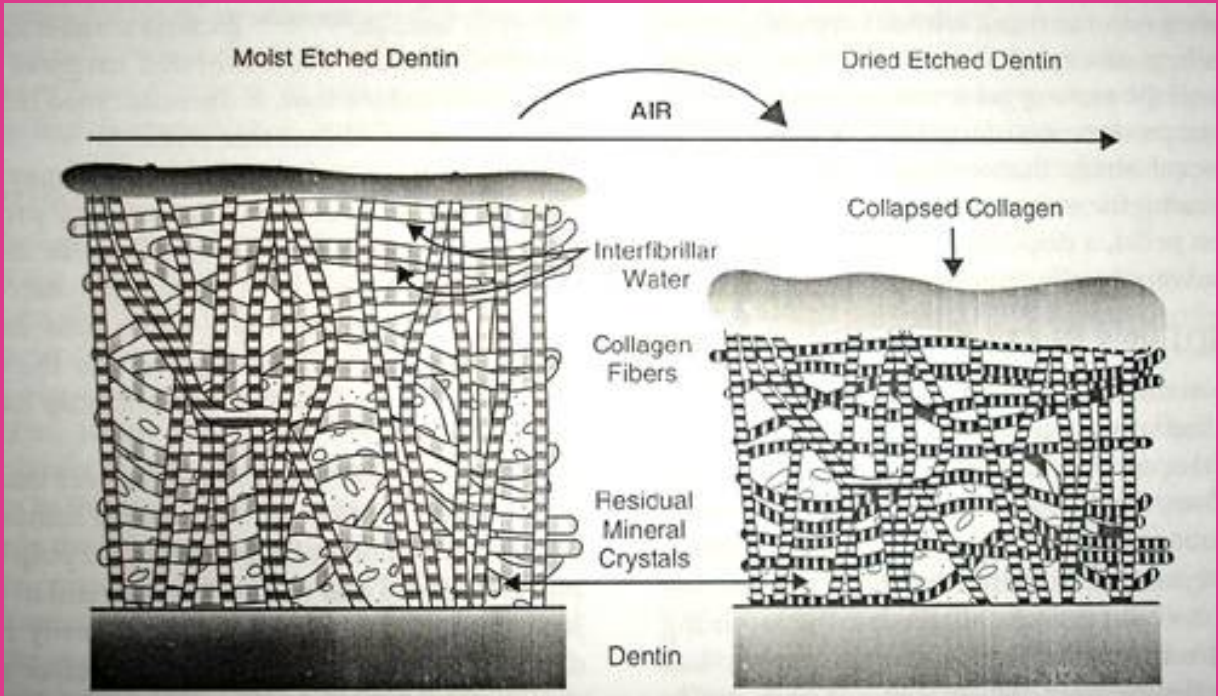


FIG. 5-22 Collapse of etched dentin by air-drying.

Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry, 4th Edition

Prosedur Etsa & Bonding

- Perkembangan
  - 1st generation
  - 2nd generation
  - 3rd generation
  - 4th generation
  - 5th generation

→

- Surface-active comonomer
- N-phenylglycine glycidyl methacrylate (NPG-GMA)
- Berkhelasi dg kalsium gigi → ikatan kimia tahan air
- Bond stregth: 2-3 MPa

Prosedur Etsa & Bonding

- 2nd generation → Clearfill Bond System (Kuraray, Japan, 1978)
  - Material phosphate-ester
  - Interaksi antara gugus phosphate dg kalsium pd Smear Layer
  - Kegagalan
    - Pd smear layer
    - Tdk adanya kelompok hidrofilik → sudut kontak besar pd permukaan basah

Prosedur Etsa & Bonding

- 3rd generation : phosphoric acid etch before phosphate ester bonding (Fusayama et al, 1979)
  - Kekurangan:
    - Bila bonding tdk mengandung komponen hidrofilik → bond strength rendah
    - Inflamasi pulpa
- Scotchbond 2 (3M ESPE), 1987
  - Mempertahankan smear layer
  - Demineralisasi dentin intertubuler di bwh smear layer

Prosedur Etsa & Bonding

- 4th generation → smear layer hrs dihilangkan!
  - Optibond FL (Kerr), All-Bond 2 (Bisco) & Scothbond Multipurpose (3M ESPE):
    - Gel etsa yg nantinya dibilas
    - Larutan *primer* yg mengandung monomer hidrofilik dlm ethanol/acetone/air
    - Fluid bonding agent

Prosedur Etsa & Bonding

- 5th generation → lebih sederhana
  - Kombinasi primer-bonding, tp etsa tetap terpisah
  - One-Step (Bisco), Prime&Bond (Dentsply), Single Bond (3M ESPE), & Optibond Solo (Kerr)

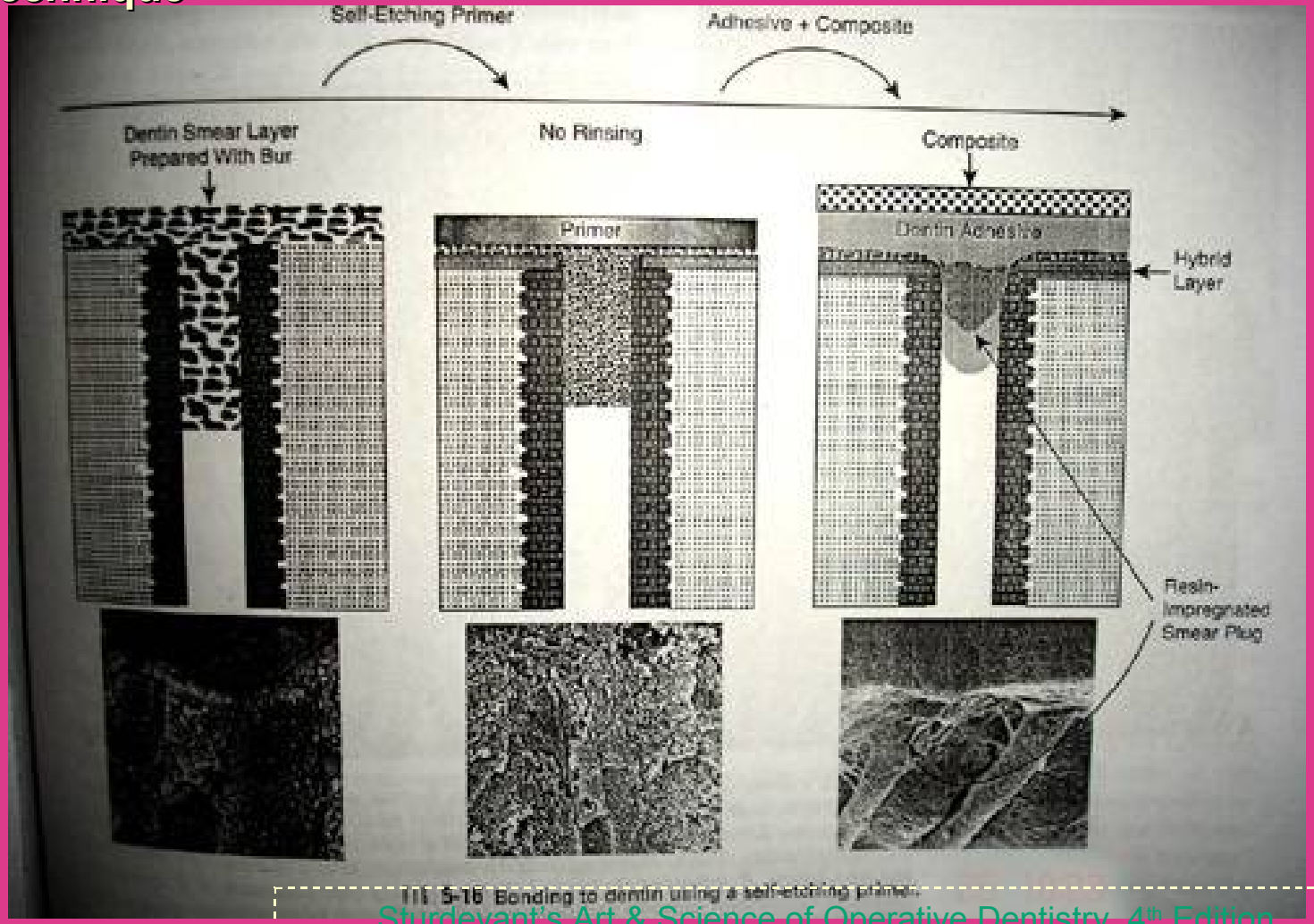
TABLE 5-1 Adhesion Strategies

	ACID (A)	PRIMER (P)	FLUID RESIN (R)
Fourth-generation (multibottle total-etch adhesives) A + P + R	Removes the smear layer. Exposes both intertubular and peritubular collagen. Opens the tubules in a funnel configuration. Decreases surface-free energy.	Includes bifunctional molecules (simultaneously hydrophilic and hydrophobic). Envelops the external surface of collagen fibrils. Reestablishes the surface free energy to levels compatible with a more hydrophobic restorative material.	Includes monomers that are mostly hydrophobic, such as Bis-GMA; however, may contain a small percentage of hydrophilic monomers, such as HEMA. Copolymerizes with the primer molecules. Penetrates and polymerizes into the interfibrilar spaces to serve as a structural backbone to the hybrid layer. Penetrates into the dentin tubules to form resin tags.
SEPs (AP) + R	The SEP does not remove the smear layer, but fixes it and exposes about 0.5-1μm of intertubular collagen because of its acidity (pH=1.25-1.40). Smear plug impregnated with acidic monomers but is not removed. When it impregnates the smear plug, the SEP prepares the pathway for the penetration of the subsequently placed fluid resin into the microchannels that permeate the smear plug.		Utilizes the same type of fluid resin included in the fourth-generation adhesives. The resin tags form upon resin penetration into the microchannels of the primer-impregnated smear plug.
Fifth-generation (one-bottle total-etch adhesives) A + (PR)	Removes the smear layer. Exposes both intertubular and peritubular collagen. Opens the tubules in a funnel configuration. Decreases surface free energy.	The first coat applied on etched dentin works as a primer—it increases the surface free energy of dentin. The second coat (and the third, and fourth, and so on) acts as the fluid resin used in fourth-generation materials—it fills the spaces between the dense network of collagen fibers. When the manufacturer recommends only one coat, brushing it on for a few seconds may serve simultaneously as primer and adhesive layers.	
Self-etching adhesives (APR)	Etch enamel. Incorporate the smear layer into the interface. Being an aqueous solution of a phosphonated monomer, demineralizes and penetrates dentin simultaneously, leaving a precipitate on the hybrid layer. Forms a very thin adhesive layer of adhesive leading to low bond strengths; therefore a multicoat approach is recommended. More compatible with compomers than with composite.		

SEP, Self-etching primer.

Prosedur Etsa & Bonding

Total Etch technique



Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry, 4th Edition

Prosedur Etsa & Bonding

Dg self-etch primer

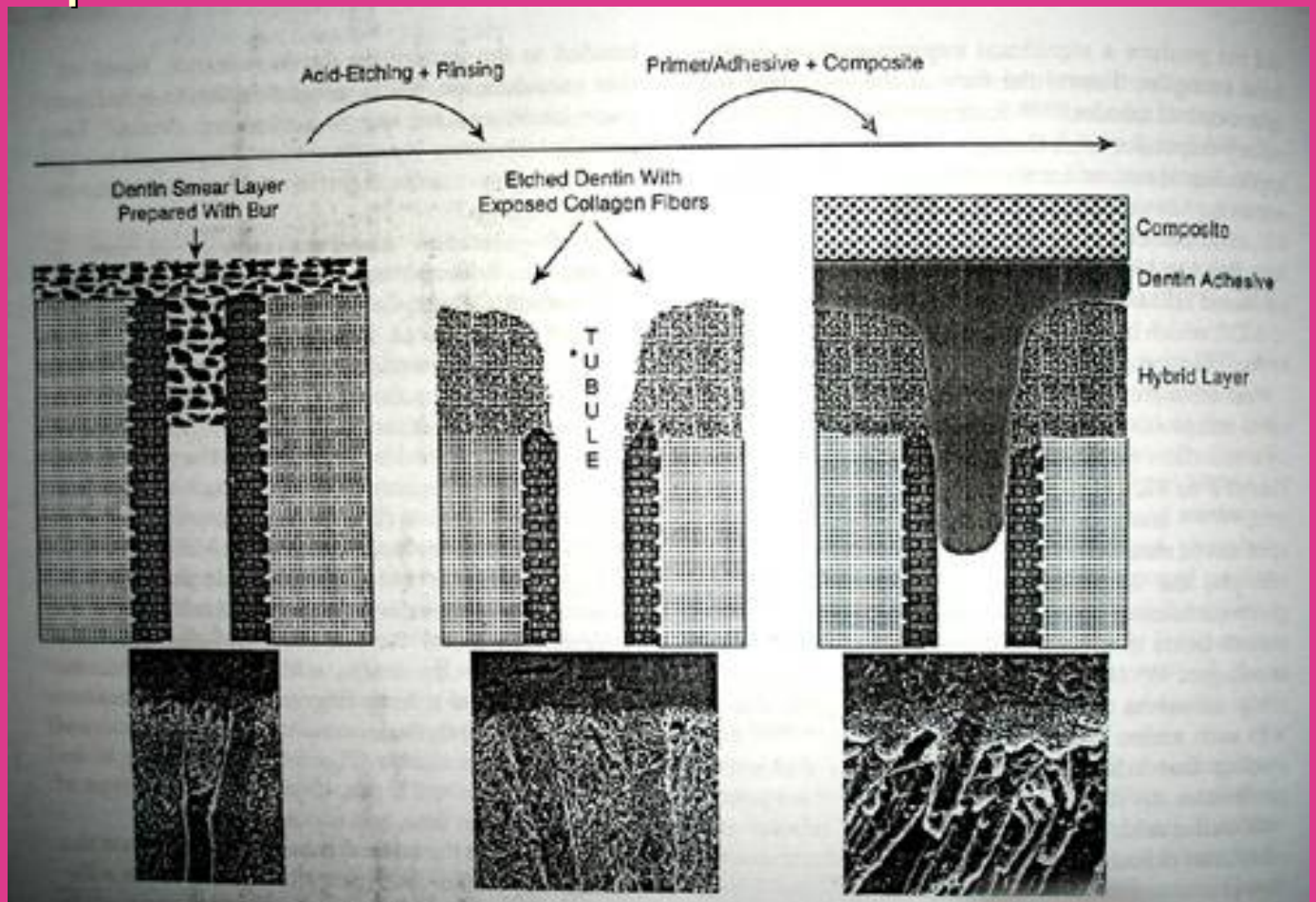


Fig. 5-14 Bonding of resin to dentin, using a "total-etch" technique.

Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry, 4th Edition

Prosedur Bonding

- Teknik paling baik → TOTAL ETCH
  - Dg enamel → adhesi micromechanical
  - Dg dentin → hybridisation

- Alternatif:
  - Penggunaan GIC sbg dentine substitute
  - Penggunaan flowable composite resin & diatasnya material hybrid

Penumpatan dg Composite Resin

- Penumpatan yg efektif bergantung pd 2 faktor:
  - Kontrol shrinkage akibat polimerisasi
  - Full cure dari kedalaman resin

  → Penumpatan scr incremental

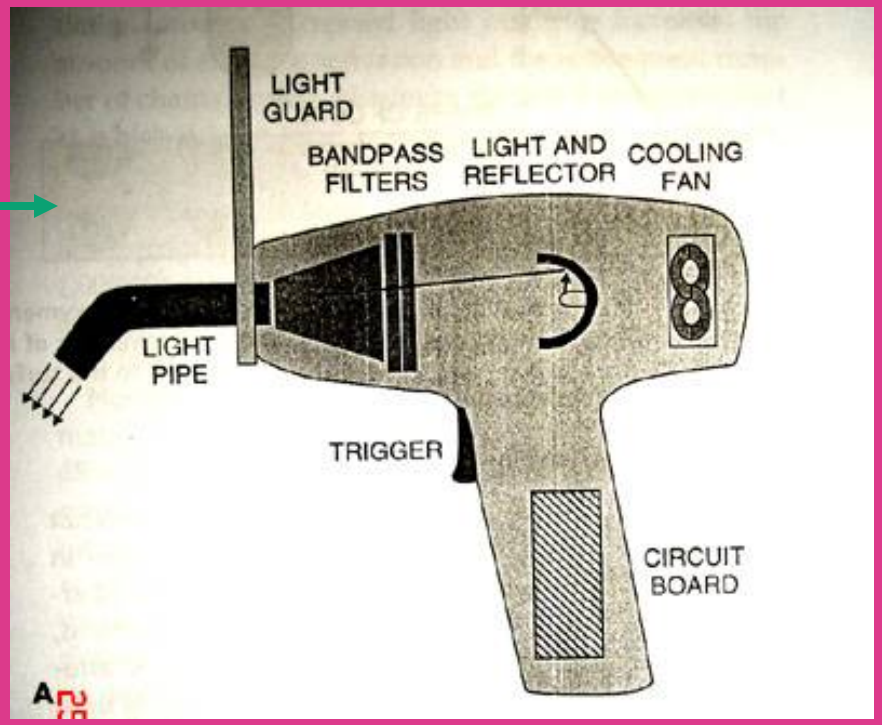
  → Ketebalan tiap increment tdk lebih dari 2mm

Teknik Penyinaran

- Aturan penyinaran
  - Sumber sinar harus lebih besar drpd objek yg disinari
  - Sinar sedekat mungkin dg objek yg disinari
  - Menera intensitas sinar yg digunakan
  - Untuk aman → penyinaran lebih lama dr yang direkomendasikan

Teknik Penyinaran

- Macam2:
  - Quartz-tungsten-halogen (QTH) curing unit
  - Plasma arc curing (PAC) unit
  - Laser curing unit
  - Light-emitting diode (LED) curing unit



Teknik Penyinaran

- Controlled light polymerisation → minimalisasi shrinkage
  - Soft start polymerisation
    - Pre-polymerisation dg intensitas rendah → cure akhir dg sinar intensitas tinggi
  - Pulse delay activation
    - Polimerisasi awal dg sinar intensitas rendah
    - Delay period : finishing & polishing
    - Final polimerisation dg sinar intensitas tinggi
  - Pulse cure
    - Menggunakan energi sinar dlm “short pulses’
  - kombinasi

Teknik Penyinaran

- Faktor2:

Curing equipment factors

- bulb frosting / degradation
- Light reflector degradation
- optical filter degradation
- light-guide fracture
- Tip contaminated w/ resin buildup
- Line voltage inconsistency
- Sterilization problems
- Infection control barriers

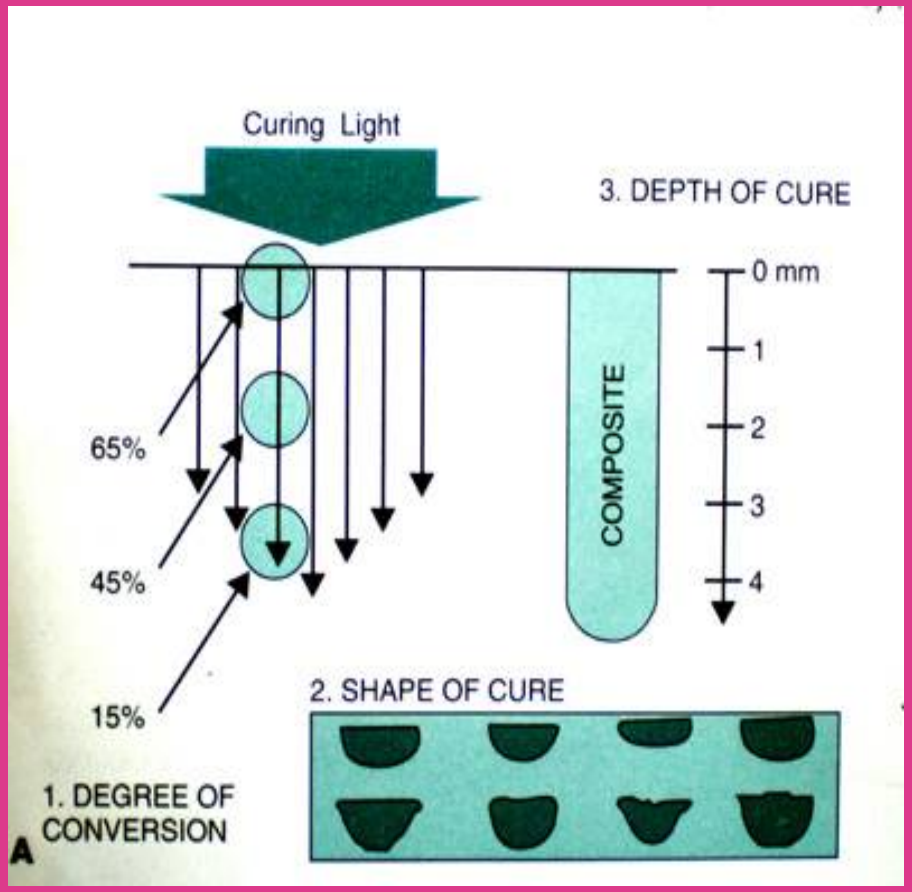
Procedural Factors

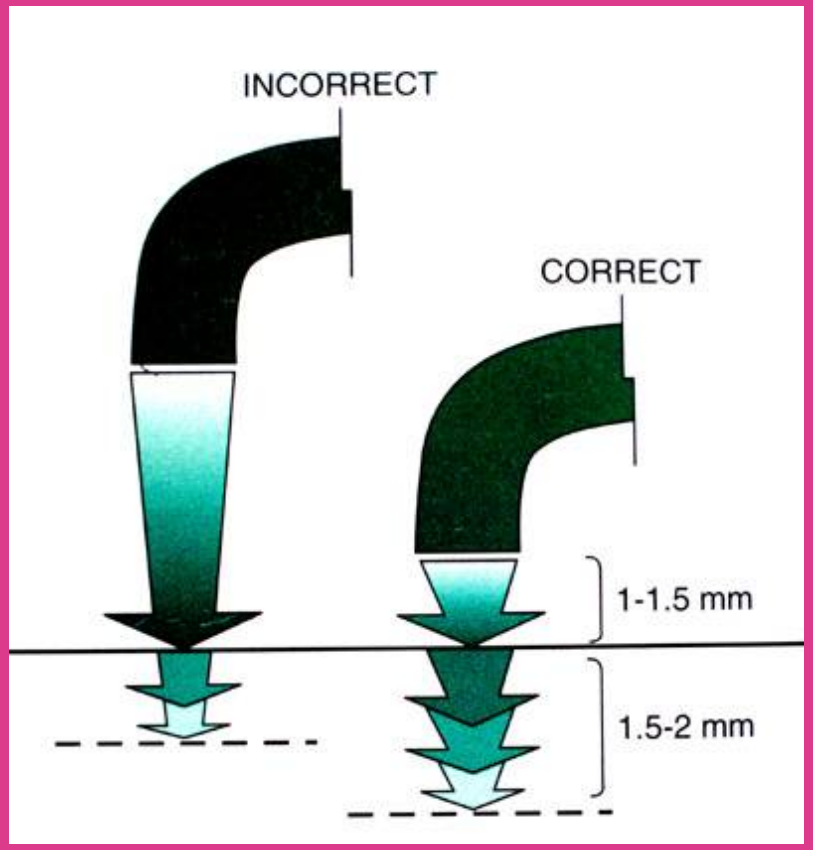
- Light tip direction
- Access to restoration
- size of tip
- tip movement
- Time of exposure

Restoration Factors

- Restoration thickness
- Cavity design
- Filler amount & size
- Restoration shade
- Monomer ratio

Teknik Penyinaran





Contouring

- Dpt dilakukan langsung stlh penyinaran
- Alat & Bahan
  - Coarse Diamond instrument → dpt merusak jaringan gigi di sekitar tumpatan

    → Fine-diamond finishing instrument!
  - Check oklusi!!!!

Polishing

- Alat & Bahan
  - Very fine polishing disc
  - Fine rubber points / cups
  - Dan/atau composite polishing pastes

Terima

Kasih…