

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebakaran merupakan bencana non alam yang disebabkan oleh berbagai faktor, namun umumnya disebabkan oleh faktor manusia atau teknis. Kebakaran dapat terjadi akibat reaksi segitiga api (*fire triangle*) yang terdiri dari bahan yang mudah terbakar (*fuel*), oksigen, dan panas (*heat*). Kasus kebakaran di Indonesia cukup sering terjadi, khususnya pada pemukiman dengan kepadatan tinggi. Kepadatan pemukiman yang tinggi merupakan salah satu faktor yang menyebabkan banyaknya korban jiwa akibat kebakaran. Hal ini disebabkan karena api dapat lebih cepat menyebar pada pemukiman yang padat dan saling berdekatan.

Salah satu wilayah di Indonesia yang paling sering mencatatkan kasus kebakaran yaitu DKI Jakarta. DKI Jakarta memiliki tingkat kepadatan penduduk tinggi mencapai 15.906 jiwa/km³ pada tahun 2020. Adapun pada tahun 2020 terjadi 3.156 kasus kebakaran di DKI Jakarta, yang meliputi kebakaran di perumahan (60,1%), bangunan umum (13,6%), bangunan industri (0,6%), kendaraan bermotor (4,3%), dan penyebab lain (21,4%) (Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta, 2022).

Berdasarkan *National Fire Protection Association (NFPA)*, peristiwa kebakaran dapat diklasifikasikan berdasarkan suhunya. Pada kebakaran dengan suhu 300°C biasanya melibatkan bahan-bahan organik, contohnya kebakaran rumah, pabrik kayu, dan pabrik tekstil. Kebakaran pada suhu tersebut masih dapat dikendalikan dengan prosedur pemadaman standard. Pada kebakaran dengan suhu 600°C,

melibatkan bahan bakar cair atau gas dalam jumlah yang banyak sehingga kebakaran terjadi lebih masif dan api yang dihasilkan lebih panas. Contoh kebakaran ini yaitu kebakaran pada pom bensin. Kebakaran dengan suhu 600°C membutuhkan metode pemadaman khusus seperti menggunakan busa dan serbuk kimia. Klasifikasi selanjutnya yaitu kebakaran pada suhu 1.200°C yang biasanya terjadi akibat pembakaran logam (kelas D) seperti magnesium dan titanium. Kebakaran ini dapat terjadi pada tempat peleburan logam. Penanganan kebakaran pada suhu 1.200°C tidak diperbolehkan menggunakan air karena akan menyebabkan reaksi eksotermik, menimbulkan ledakan, dan memperparah kebakaran. Pada suhu tersebut, metode pemadaman yang tepat yaitu menggunakan bahan seperti pasir dan grafit (NFPA, 2022).

Proses identifikasi dapat didefinisikan sebagai penentuan atau penetapan identitas orang hidup atau mati berdasarkan ciri-ciri yang khas dan melekat pada orang tersebut. Proses identifikasi korban kecelakaan penting dilakukan karena tidak hanya bertujuan untuk menganalisis penyebab kematian, namun juga sebagai bentuk kehormatan pada korban dan memberikan ketenangan psikologis pada keluarga korban. Terdapat beberapa metode identifikasi yang dapat dilakukan seperti pengenalan visual, pengenalan barang milik pribadi, sidik jari, dan karakteristik gigi, serta DNA. Di antara metode identifikasi tersebut, identifikasi karakteristik gigi merupakan metode yang paling efektif memiliki validitas yang tinggi dalam mengidentifikasi korban kecelakaan, terutama korban kebakaran (Tandaju *et al.*, 2017).

Proses identifikasi gigi dapat dilakukan dengan menggunakan data *ante-mortem* dan *post-mortem*. Data *post-mortem* yang dapat diambil meliputi data

pemeriksaan gigi, mulut, rahang, kerangka kepala, dan restorasi gigi yang melekat. Data *postmortem* tersebut kemudian dapat dicocokkan dengan data *ante-mortem* yang didapatkan dari keluarga korban meliputi perawatan gigi yang pernah dilakukan seperti restorasi gigi, pencabutan penambalan, penggunaan gigi tiruan, dan lain sebagainya. Bahan restorasi gigi dapat digunakan sebagai alat bukti pendukung proses identifikasi karena memiliki bentuk khas pada tiap individu (Akbar *et al.*, 2022).

Salah satu bahan restorasi gigi yang paling umum pada masa kini yaitu resin komposit. Hal ini disebabkan karena resin komposit memiliki ketahanan pakai yang lebih baik dibandingkan bahan lainnya dan memiliki nilai estetika yang tinggi. Berdasarkan bahan pengisinya, resin komposit dikategorikan menjadi komposit *macrofiller*, *microfiller*, *microhybrid*, *nanofiller*, dan *nanohybrid* (Akbar *et al.*, 2021).

Komposit *hybrid* memiliki dua jenis yaitu *microhybrid* dan *nanohybrid*. Komposit *microhybrid* memiliki ketahanan pakai, warna, dan *stain* yang lebih baik sedangkan komposit *nanohybrid* memiliki kekuatan mekanis yang lebih baik karena memiliki persentase bahan pengisi yang lebih banyak. Pembuatan komposit *nanohybrid* bertujuan untuk membuat jenis komposit *hybrid* yang lebih baik dibandingkan *microhybrid* (Masdy, 2014).

Komposit *nanofiller* memiliki ukuran partikel berukuran 5-100 nm sehingga memiliki sifat optis dan hasil *polish* yang lebih baik dibandingkan resin komposit jenis lainnya. Sifat mekanis dari komposit jenis ini juga baik karena memiliki partikel berukuran nano yang terdistribusi merata dalam resin (Anusavice *et al.*, 2014).

Resin komposit secara umum akan memiliki perubahan sifat apabila terpapar panas pada suhu tinggi. Pemanasan pada suhu tinggi akan menyebabkan penyusutan komponen matriks sehingga terjadi penurunan berat resin komposit. Selain penyusutan, paparan suhu tinggi juga mengakibatkan perubahan derajat warna, tekstur, keretakan, dan stabilitas resin komposit. Oleh karena itu, beberapa parameter tersebut biasanya digunakan sebagai dasar dalam proses identifikasi forensic korban kebakaran, khususnya untuk perbandingan data *ante-mortem* dan *post-mortem* (Akbar *et al.*, 2022).

Penelitian mengenai perubahan warna dan dimensi berat resin komposit akibat paparan suhu tinggi telah dilakukan sebelumnya oleh. Pada penelitian tersebut, resin komposit yang awalnya berwarna seputih gigi asli berubah menjadi kuning kecoklatan hingga hitam apabila dipanaskan pada suhu 319°C dan 412°C. Bahkan pada pemanasan suhu 800°C, bagian matriks resin terurai sempurna dan hanya menyisakan bahan pengisinya. Selain itu, penurunan berat pada resin komposit juga terlihat secara signifikan sejalan dengan semakin tinggi suhu pemanasan (Hamada *et al.*, 2016).

Hasil serupa juga ditunjukkan penelitian yang dilakukan oleh Biancalana *et al.* (2017). Penelitian tersebut menggunakan gigi sapi sebagai sampel yang ditumpat menggunakan resin komposit dan GIC. Dua kelompok sampel gigi tersebut mengalami perubahan warna setelah dipanaskan pada suhu 100°C, 200°C, dan 300°C (Biancalana *et al.*, 2017). Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti ingin mengetahui perubahan warna dan berat pada dua jenis resin, yaitu resin komposit *microhybrid* dan *nanofiller*, setelah dilakukan pemanasan pada suhu tinggi. Adapun suhu pemanasan pada penelitian ini yaitu 300°C, 600°C, dan 800°C. Penelitian ini

dimaksudkan sebagai simulasi yang digunakan untuk menentukan identitas korban kebakaran melalui data jenis bahan restorasi gigi yang dicatat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu, bagaimana pengaruh pemanasan suhu tinggi terhadap perubahan warna dan berat pada resin komposit *microhybrid* dan *nanofiller*.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan umum pada penelitian ini yaitu, untuk mengetahui pengaruh pemanasan suhu tinggi terhadap perubahan warna dan berat pada resin komposit *microhybrid* dan *nanofiller*.

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Untuk mengetahui perubahan warna pada resin komposit *microhybrid* dan *nanofiller* dengan pemanasan dengan suhu tinggi.
- b. Untuk mengetahui perubahan berat pada resin komposit *microhybrid* dan *nanofiller* dengan pemanasan dengan suhu tinggi.

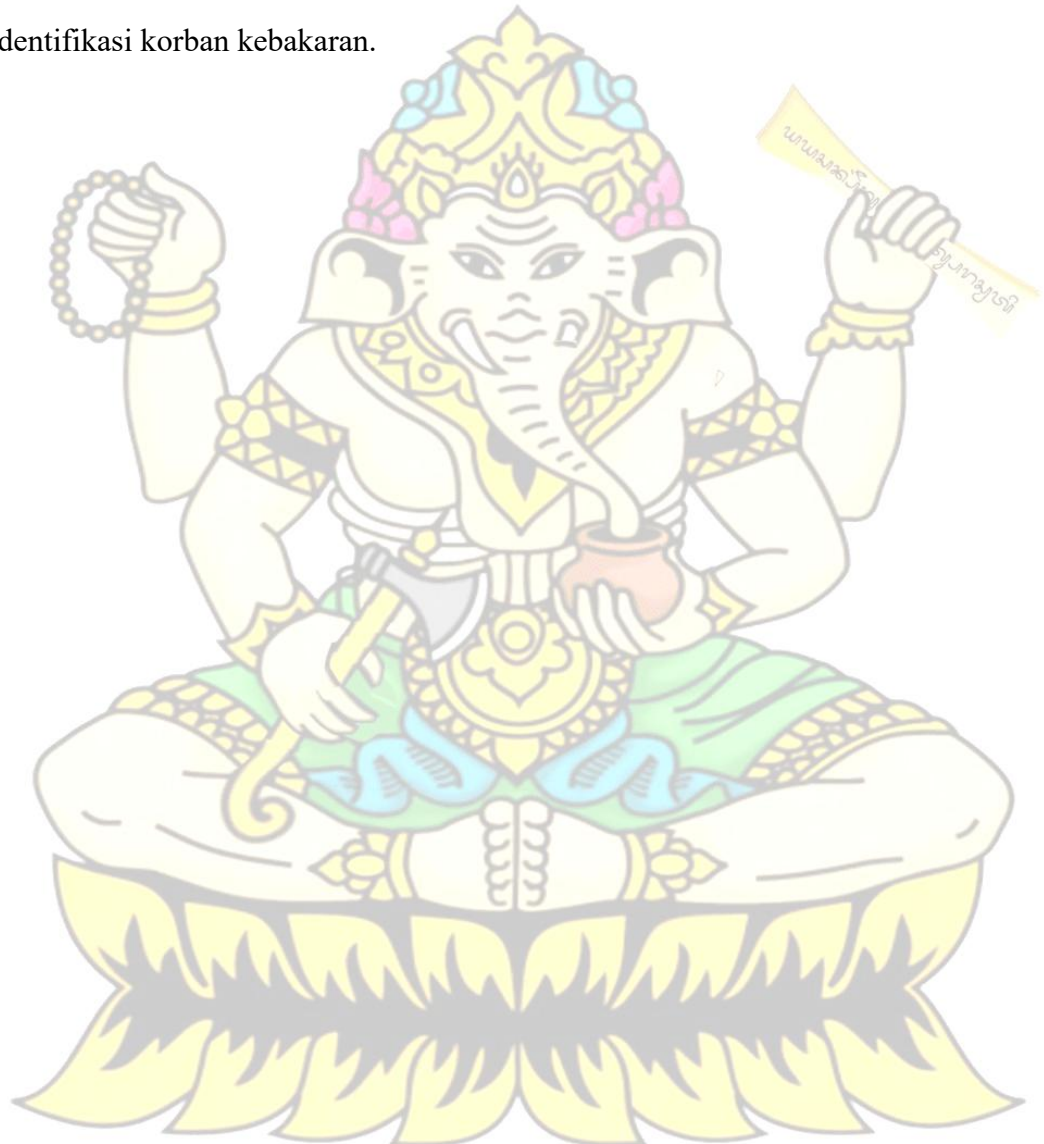
1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademik

Memberikan informasi ilmiah di bidang kedokteran gigi mengenai pengaruh pemanasan suhu tinggi pada perubahan warna dan berat pada resin komposit *microhybrid* dan *nanofiller* yang dapat digunakan sebagai penunjang identifikasi forensik maupun referensi bagi penelitian selanjutnya.

1.4.2 Manfaat Praktis

Sebagai landasan referensi bagi pihak tenaga kesehatan terkait mengenai prosedur identifikasi gigi pada korban kebakaran, serta landasan informasi bagi masyarakat terkait pentingnya data *ante-mortem* dan *post-mortem* dalam proses identifikasi korban kebakaran.



UNMAS DENPASAR

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Restorasi Gigi

Bahan restorasi gigi didefinisikan sebagai bahan tumpatan yang digunakan untuk memperbaiki gigi secara biologis, fungsional, dan estetik. Bahan restorasi gigi yang baik harus memenuhi syarat seperti aman digunakan, mudah dibentuk seperti gigi asli, dan memiliki kesamaan kekerasan dan warna untuk alasan estetika. Adapun bahan restorasi yang sering digunakan di dunia kedokteran antara lain amalgam, *Glass Ionomer Cement* (GIC) dan resin komposit. Masing-masing bahan tersebut memiliki karakteristik dan keuntungan yang berbeda, mulai dari kemampuan menahan tekanan, manipulasi bahan, dan estetika (Allorerung *et al.*, 2015).

2.1.1 Amalgam

Amalgam adalah bahan restorasi gigi tertua dan telah digunakan sejak abad ke-18 di Inggris dan Perancis. Standardisasi perpasi kavitas terhadap amalgam dilaksanakan pertama kali oleh dokter G.V. Black. Kemudian amalgam semakin berkembang hingga pada awal akhir abad ke-18, Black juga mengembangkan pabrik amalgam dengan menciptakan komposisi yang lebih mudah diterapkan pada klinik. Namun, pada masa itu amalgam masih menimbulkan ekspansi yang besar sehingga menyebabkan gigi asli seringkali rusak dan pecah (Mogi *et al.*, 2013).

Pada tahun 1937, seorang peneliti bernama Gayler melakukan penelitian untuk mengetahui adanya ekspansi pada amalgam. Berdasarkan penelitian Gayler, proses pengerasan amalgam bergantung pada komposisi alloy dan ekspansi bergantung pada komposisi argentum (Ag) dan Hydrargyrum Hg pada fase

gamma I. Hingga pada tahun 1959 muncul argument dari Dr. Wilmer Earnes yang menyatakan bahwa komposisi Hg dan alloy yang tepat untuk mengurangi ekspansi yaitu 1:1, yang sebelumnya 8:5 (Bharti *et al.*, 2010).



Gambar 2.1.1 *Dental Amalgam*

Sumber: Adlim, 2016

Pada gambar (2.1.1) dapat dilihat bahan campuran amalgam terdiri dari 50% *liquid mercury* dan 50% partikel padat dari *silver alloy*, *tin*, *copper*, dan sering juga ditambahkan *zinc*, *palladium* dan *indium*. Bahan-bahan tersebut melekat secara makro-mekanikal pada kavitas. Selain itu, kandungan merkuri pada amalgam berperan untuk mengikat partikel - partikel alloy menjadi ikatan yang kuat (Nahak, 2014).

Kandungan merkuri pada amalgam sempat menjadi perdebatan karena merkuri dianggap sebagai bahan yang berbahaya bagi tubuh, bahkan amalgam pernah dilarang di Norwegia dan Swedia pada tahun 2008 sebagai bahan restorasi gigi. Namun, berdasarkan pernyataan US *Food and Drug Administration* (FDA), merkuri yang terkandung pada amalgam merupakan *elemental mercury* yang menghasilkan uap merkuri dan berbeda dengan jenis merkuri yang seringkali mencemari lautan. Uap merkuri ini dapat terhirup oleh tubuh hingga sampai

paruparu dan didistribusikan oleh darah ke seluruh tubuh dan dapat menetap dalam susunan saraf pusat dan ginjal pada waktu yang cukup lama (Mogi *et al.*, 2017).

Selain itu, FDA juga mereview kadar dan efek potensial dari *Dental Amalgam* pada anak-anak dan ibu hamil dserta menyusui masih jauh di bawah kadar terendah yang mengganggu kesehatan tubuh. Hingga saat ini, FDA juga mengklaim bahwa belum ada kasus akibat paparan merkuri pada pengguna amalgam. Namun, beberapa peneliti juga berpendapat bahwa merkuri pada amalgam sebaiknya dihindari untuk anak-anak dan ibu hamil untuk mengurangi risiko paparan merkuri akut hingga kronis (Rathore *et al.*, 2012).

Pada dunia kedokteran gigi modern, amalgam dikenal sebagai bahan restorasi gigi yang paling murah dan bertahan lama di rongga mulut sehingga tidak perlu sering diganti. Selain itu, amalgam juga jarang menimbulkan sekunder karies karena prinsip preparasi kavitasnya dapat menahan kekuatan daya kunyah khususnya pada gigi posterior. Amalgam masih menjadi salah satu alternatif pilihan bahan restorasi atas permintaan pasien karena harganya yang relatif lebih murah dibandingkan dengan bahan restorasi gigi yang lain (Tanumihardja *et al.*, 2017).

2.1.2 Glass Ionomer Cement (GIC)

Glass Ionomer Cement (GIC), merupakan bahan restorasi gigi yang merupakan hasil penggabungan sifat semen ionomer kaca konvensional dengan resin komposit, yang diperkenalkan pertama kali pada tahun 1972 oleh Wilson dan Kent. GIC merupakan material restoratif *self-adhesive* berbasis air yang terbentuk melalui reaksi asam-basa antara bubuk fluoroalminosilikat kaca dan larutan kopolimer asam karboksilat. GIC cukup sering digunakan karena dapat berikatan dengan baik dengan terhadap struktur gigi, khususnya dengan email dan dentin.

Selain itu, GIC juga biokompatibel dengan jaringan pulpa dan dapat melepaskan fluor sebagai anti kariogenik. Namun, GIC merupakan material restorasi gigi yang cukup rapuh (*brittle*) dan mudah terkikis sehingga dapat membuat permukaannya menjadi kasar (Mawadara *et al.*, 2016).

Permukaan yang kasar dapat mempercepat kolonisasi bakteri dan maturase plak gigi yang dapat meningkatkan risiko iritasi gingiva, penyakit mulut, dan mengurangi nilai estetik pada gigi. Hal tersebut terjadi apabila karena adanya pengikisan GIC yang disebabkan oleh banyak hal, salah satunya perubahan derajat keasaman (pH) di rongga mulut. Perilaku yang seringkali menjadi penyebab pengikisan material GIC yaitu terlalu sering mengonsumsi makanan dan minuman yang memiliki tingkat keasaman ekstrim, misalnya minuman berkarbonasi. Perendaman GIC pada minuman berkarbonasi yang dilakukan selama 20 menit sebanyak 6 kali selama 5 hari menunjukkan perbedaan kekasaran permukaan yang sangat signifikan dengan indeks *p* sebesar 0,0001 (Diansari *et al.*, 2016).



Gambar 2.1.2 *Glass Ionomer Cement (GIC)*

Sumber: Karina *et al.*, 2023

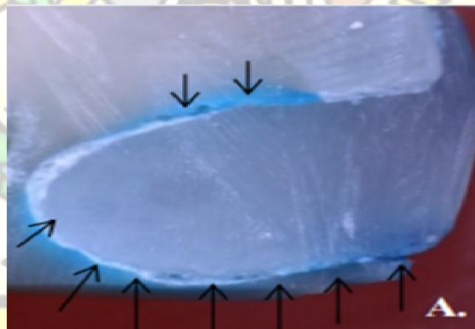
Sifat kekerasan dan stabilitas GIC dapat dilihat pada gambar (2.1.2) yang dimana bahan restorasi gigi tidak hanya mengurangi risiko berbagai permasalahan gigi dan mulut lebih lanjut, tetapi juga mempermudah pengaplikasian GIC, mulai dari pemolesan, penyelesaian akhir dan ketahanan terhadap goresan. Oleh karena

itu, pada beberapa penelitian penggunaan GIC seringkali ditambahkan bahan hidroksiapatit (HA) untuk mengatasi permasalahan kerapuhan material pada GIC (Mawadara *et al.*, 2016).

2.1.3 Resin Komposit

a. Definisi

Resin komposit pertama kali dikenalkan sebagai bahan restorasi gigi pada pada akhir tahun 1950-an hingga awal 1960 oleh Dr. L. Bowen. Resin komposit kemudian perlahan populer di kalangan masyarakat karena memiliki memiliki warna yang mirip dan dapat dibentuk seperti gigi asli. Penemuan ini membuat orientasi masyarakat terhadap bahan restorasi gigi beralih ke dari sisi ekonomis dan keterjangkauan menuju estetika. Hingga pada akhir tahun 2002, produk resin komposit komersial pertama kali diluncurkan (Hamouda *et al.*, 2012).



Gambar 2.1.3 Resin Komposit

Sumber: Rizki *et al.* 2024

Pada gambar (2.1.3) adalah Resin komposit dengan campuran dua atau lebih bahan yang berbeda dengan tujuan untuk menggabungkan sifat-sifat unggul dari masing-masing bahan tersebut. Adapun bahan-bahan penyusun resin komposit yaitu matriks (material organik seperti Bis GMA, UEDMA, dan TEGDMA), *filler* (material pengisi yaitu silika organik), dan *coupling agent* (pengikat antara matriks

dan filler, seperti *champroquinone*, *diphenyliodoium hexadlourophosphate*, *ethilaminobenzoine*, dan *butylated hydroxytoluene*). Biasanya ditambahkan juga *bonding system* untuk memperkuat struktur resin komposit. Setelah diaplikasikan resin biasanya resin komposit akan diaktifkan dengan dua cara yaitu cara kimia (*self-cured*) atau penyinaran bernama *Visible Light Cure* (VLC) (Allorerung *et al.*, 2015).

b. Keunggulan dan Kelemahan Resin Komposit

Penggunaan resin komposit menjadi populer di kalangan masyarakat karena beberapa faktor sebagai berikut:

1) Nilai Estetika yang tinggi

Resin komposit memiliki kelebihan dalam bidang estetik dan sewarna gigi. Hal tersebut membuat masyarakat cenderung lebih memilih resin komposit sebagai bahan restorasi gigi karena memiliki kemiripan yang paling mendekati baik dari segi warna, maupun struktur dibanding dengan bahan restorasi gigi lainnya.

2) Memiliki Kekuatan Mekanik dan Fisik yang Baik

Selain unggul dalam segi estetik, resin komposit juga memiliki sifat mekanik yang baik, serta ketahanan celah mikro yang tinggi. Sifat mekanik yang baik didapat dari material pengisi resin yang terdiri atas berbagai jenis dan biasanya dikombinasikan satu sama lain.

3) Aman dan Mudah Diaplikasikan

Resin komposit menggunakan bahan organik pada matriks dan anorganik pada *filler* nya. Kedua bahan tersebut aman dan mudah diaplikasikan. Selain itu, risiko iritasi pulpa yang rendah juga membuat resin komposit menjadi salah satu bahan restorasi gigi yang tidak hanya estetik dan kuat, namun juga aman.

Walaupun memiliki banyak sekali keunggulan dibandingkan bahan restorasi gigi lainnya, resin komposit juga masih memiliki beberapa kekurangan yang perlu diteliti lebih lanjut. Berikut merupakan beberapa kekurangan dari resin komposit:

1) Memiliki Risiko Berubah Warna

Permasalahan utama dari resin komposit adalah perubahan warna yang mungkin terjadi dalam jangka panjang. Perubahan warna pada resin disebabkan oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik bergantung pada perubahan matriks resin, interfase matriks dengan bahan pengisi, dan ukuran partikel dari bahan pengisi. Adapun faktor ekstrinsik nya yaitu terlalu sering mengonsumsi teh, kopi, minuman berkarbonasi, nikotin, dan obat kumur. Selain itu, pemanasan pada suhu tinggi juga dapat menyebabkan perubahan warna pada resin komposit (Akbar *et al.* 2022).

2) Memiliki Kemampuan Absorpsi Cairan yang Tinggi

Resin komposit juga memiliki kekuatan absorpsi cairan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan restorasi gigi lainnya. Hal ini menyebabkan penurunan sifat mekanik secara bertahap. Dampaknya, resin komposit bisa saja lepas dan perlu diaplikasikan ulang.

c. Klasifikasi Resin Komposit

Berdasarkan bahan penyusunnya, resin komposit dibagi menjadi 4 jenis yaitu, *macrofiller*, *microfiller*, *hybrid*, dan *nanofiller*.

1. Resin Komposit *Macrofiller*

Resin komposit *macrofiller* atau sering juga disebut resin komposit konvensional memiliki bahan pengisi (*filler*) yang besar dengan rata-rata ukuran

partikelnya 8-12 μm . Bahan pengisi merupakan bahan terbanyak hingga mencapai 60-65% volume total atau 70-80% berat resin. Bahan pengisi yang besar membuat resin komposit *macrofiller* lebih tahan terhadap abrasi tetapi memiliki permukaan yang kasar. Permukaan yang kasar selanjutnya dapat mengakibatkan perubahan warna pada resin lebih cepat (Widyastuti, 2017).

2. Resin Komposit *Microfiller*

Resin komposit *microfiller* merupakan perkembangan selanjutnya dari resin komposit konvensional. Ukuran partikel pengisi resin komposit *microfiller* sebesar 0,04-0,4 μm , yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan resin komposit *macrofiller*. Partikel pengisi yang kecil meningkatkan kerapatan permukaan partikel bahan pengisi sehingga memperkuat sifat mekanik dan fisiknya, terutama kekuatan dan kehalusan permukaan. Namun, jumlah ukuran partikel yang lebih kecil pada resin matriks dapat meningkatkan risiko penyerapan air dan kelarutan, sehingga dalam jangka panjang akan melemahkan sifat mekanik dan fisik resin. Selain itu, penyerapan air juga seringkali meninggalkan noda pada resin yang dapat menyebabkan perubahan warna pada jangka panjang (Berger *et al.*, 2009).

3. Resin Komposit *Hybrid*

Resin komposit *hybrid* merupakan gabungan antara resin komposit *macrofiller* dan *microfiller*. Resin komposit *hybrid* masih dibagi menjadi *microhybrid* dan *nanohybrid*.

a. Resin Komposit *Microhybrid*

Ukuran partikel pengisi resin komposit *microhybrid* antara 0,4-0,8 μm . Dengan menggabungkan partikel *macrofiller* dan *microfiller*, resin komposit *hybrid* memiliki berbagai keunggulan seperti sifat fisik dan mekanik yang kuat,

absorpsi cairan yang rendah, memiliki permukaan yang halus, dan ketahanan abrasi yang tinggi. Namun, sama seperti jenis lainnya, resin komposit *hybrid* juga berisiko berubah warna dalam jangka panjang bergantung pada makanan dan minuman yang sering dikonsumsi oleh pengguna.

b. Resin Komposit *Nanohybrid*

Ukuran partikel pengisi resin komposit *nanohybrid* lebih kecil dari 0,04 μm . Resin komposit *nanohybrid* memiliki permukaan yang lebih halus, celah mikro yang lebih sedikit dan kekuatan mekanis yang lebih baik dibandingkan dengan resin komposit *microhybrid*. Namun, keunggulan tersebut juga berbanding terbalik pada kekuatan absorpsi cairan yang lebih tinggi, sehingga menyebabkan penurunan sifat mekanik secara bertahap dan perubahan warna resin yang lebih sensitif dibandingkan dengan *microhybrid* (Kristanti, 2016).

4. Resin Komposit *Nanofiller*

Resin komposit *nanofiller* memiliki ukuran partikel yang sangat kecil, yaitu 0,005-0,01 μm . Partikel nano sebagai bahan pengisi dikombinasikan dengan *nanocluster* yang dapat mengurangi jumlah antar ruang interstisial sehingga dapat meningkatkan sifat mekanik dan fisik serta hasil poles yang lebih baik dibanding resin komposit jenis lainnya. Selain itu, bahan pengisi resin komposit ini dapat mengurangi *polymerization shrinkage* dan mengurangi risiko *microfissure* yang dapat menyebabkan *marginal leakage* pada tepi email dan perubahan warna

2.2 Korban Kebakaran

Kebakaran merupakan bencana non alam yang terjadi akibat reaksi segitiga api (*fire triangle*) yang terdiri dari bahan yang mudah terbakar (*fuel*), oksigen, dan panas (*heat*). Orang yang menjadi korban kebakaran memiliki perubahan yang

signifikan mulai dari fisik hingga material organik dan kimiawi, yang menjadi tantangan tersendiri bagi ahli forensik (Adhiprawira, 2014).

Proses identifikasi dapat didefinisikan sebagai penentuan atau penetapan identitas orang hidup atau mati berdasarkan ciri-ciri yang khas dan melekat pada orang tersebut. Proses identifikasi korban kecelakaan penting dilakukan karena tidak hanya bertujuan untuk menganalisis penyebab kematian, namun juga sebagai bentuk kehormatan pada korban dan memberikan ketenangan psikologis pada keluarga korban. Terdapat beberapa metode identifikasi yang dapat dilakukan seperti pengenalan visual, pengenalan barang milik pribadi, sidik jari, dan karakteristik gigi dan rangka, serta DNA.

Pada proses identifikasi korban kebakaran, berbagai masalah yang muncul akibat keterpaparan tubuh oleh api seperti kerusakan dan penyusutan tulang, *repositioning*, deformasi, dan perubahan struktural berbagai organ tubuh. Selain itu, proses identifikasi jenazah korban kebakaran akan sangat sulit karena kurangnya jaringan lunak pada fragmen-fragmen tulang sehingga tidak memungkinkan adanya sidik jari. Adapun beberapa protocol identifikasi korban kebakaran meliputi serangkaian pertanyaan terkait dengan sisa rangka manusia yang ditemukan dan representasinya pada suatu individu, waktu kematian korban, umur kematian korban, jenis kelamin, afiliasi populasi (ras, kelompok asal, dan etnis), tinggi badan, adanya anomali, serta penyebab kematian korban (Byers, 2016).

Adapun proses identifikasi gigi pada korban kebakaran dilakukan dengan menggunakan data *ante-mortem* dan *post-mortem*. Data *post-mortem* yang dapat diambil meliputi data pemeriksaan gigi, mulut, rahang, kerangka kepala, dan

restorasi gigi yang melekat. Data *post-mortem* tersebut kemudian dapat dicocokkan dengan data *ante-mortem* yang didapatkan dari keluarga korban meliputi perawatan gigi yang pernah dilakukan seperti restorasi gigi, pencabutan penambalan, penggunaan gigi tiruan, dan lain sebagainya. Bahan restorasi gigi dapat digunakan sebagai alat bukti pendukung proses identifikasi karena memiliki bentuk khas pada tiap individu (Akbar *et al.*, 2022).

2.3 Perubahan Warna dan Berat Resin Komposit pada Korban Kebakaran

Resin komposit memiliki sifat dapat berubah warna ketika terpapar suhu yang sangat tinggi. Berdasarkan penelitian sebelumnya, resin komposit dapat berubah menjadi warna kuning kecoklatan hingga hitam apabila dipanaskan pada suhu tinggi. Perubahan warna menjadi kuning kecoklatan disebabkan karena adanya proses oksidasi dari *tertiary amine accelerator* serta kerusakan pigmen resin. Adapun perubahan warna menjadi hitam disebabkan karena terjadi degradasi berupa pemecahan gugus polimer pada UEDMA, Bis GMA, dan Bis EMA sebagai akibat dari oksidasi dan paparan suhu tinggi dan berakhir pada karbonisasi. Pada kasus paparan suhu yang sangat tinggi, biasanya diatas 800°C, warna resin komposit akan menjadi putih karena seluruh bahan matriks resin, *coupling*, dan bahan tambahan lainnya melebur dan hanya menyisakan bahan pengisi (*filler*) (Hamada *et al.*, 2016).

Selain berubah warna, resin komposit juga mengalami perubahan dimensi dan berat ketika terpapar pada suhu tinggi. Matriks resin dapat mulai terdegradasi pada paparan suhu antara 20°C - 255°C dan akan mencapai puncak degradasi pada suhu 600°C. Pada puncak degradasi, matriks resin akan terdegradasi sempurna dan terjadi perubahan rantai polimer. Matriks resin yang pertama kali terdegradasi yaitu

TEDGMA, kemudian UEDMA, Bis GMA, dan yang terakhir BIS EMA. Selain itu, semakin banyak jumlah partikel pada resin komposit, semakin besar dan tinggi pula kemungkinan resin komposit terdegradasi (Sideridou *et al.*, 2011).

Perubahan warna dan sifat dari resin komposit dapat digunakan sebagai referensi untuk menentukan sifat dan bahan restorasi yang ada pada korban kebakaran. Perubahan fisik pada bahan restorasi, pada kasus ini resin komposit, dapat digunakan sebagai bantuan dalam identifikasi korban kebakaran yang sudah tidak dapat lagi dikenal secara visual (Hamada *et al.*, 2016).



UNMAS DENPASAR