

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gypsum adalah mineral yang ditambang dari berbagai belahan dunia dengan rumus kimia $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ atau kalsium sulfat dihidrat. Produk gipsum tersedia dalam bentuk bubuk hemihidrat dihasilkan dari pemanasan bubuk gipsum dihidrat. Gipsum digunakan untuk banyak aplikasi termasuk konstruksi bangunan, bahan tambahan untuk makanan, obat-obatan, peralatan medis, dan aplikasi dalam kedokteran gigi (Anusavice dkk., 2012). Gipsum dalam kedokteran gigi dapat digunakan sebagai *model*, *die*, bahan cetak, dan cetakan pada proses pembuatan gigitiruan (Noort dan Barbour, 2013).

Gipsum diklasifikasikan oleh *American Dental Association (ADA)* atau *American National Standard Institute (ANSI)* No. 25 menjadi lima tipe, yaitu tipe I *plaster impression*, tipe II *dental plaster model*, tipe III *dental stone model*, tipe IV *dental stone* untuk pembuatan *die* dengan kekuatan besar dan ekspansi rendah, serta tipe V *dental stone* untuk pembuatan *die* dengan kekuatan besar dan ekspansi tinggi (Hatrack dan Eakle, 2016). Gipsum tipe III adalah tipe paling umum dalam aplikasi kedokteran gigi serta tipe yang paling mahal bila dibandingkan dengan tipe I dan II. Hal ini dikarenakan memiliki tingkat akurasi serta kekuatan yang baik (Zakiyuddin dkk., 2020). Gipsum tipe III digunakan sebagai bahan untuk pembuatan model kerja gigi tiruan (Fernandes dkk., 2020). Model kerja yang telah digunakan akan dibuang ke tempat pembuangan dan menjadi limbah (Sari dkk., 2021).

Limbah gipsum dari berbagai tempat bercampur menjadi satu di tempat pembuangan akhir. Limbah gipsum dihasilkan di seluruh dunia dengan total sekitar 7-8 miliar ton dan jumlah ini terus meningkat 100-280 juta ton setiap tahunnya (Nikulicheva dkk., 2021). Sekitar 2.95 juta ton limbah gipsum dari konstruksi dihasilkan setiap tahunnya di Eropa (Martos dkk., 2018), limbah gipsum sintetis *Phospogypsum (PG)* dihasilkan sekitar 10 juta ton di Tunisia (Jalali dkk., 2020), dan 11 juta ton di India (Chavali dan Hari, 2018). Jumlah *PG* secara global mencapai 280 juta per tahun dan 85% diantaranya dibuang tanpa dilakukan pengelolaan limbah (Silva dkk., 2019).

Limbah gipsum merupakan salah satu kontributor terbesar terbentuknya gas H_2S . Gas H_2S terbentuk karena adanya aktivitas *Sulfur reducing bacteria (SRB)* ketika limbah gipsum bercampur dengan limbah organik di tempat pembuangan (Montero dkk., 2010). *SRB* adalah bakteri anaerob yang dapat mereduksi sulfat menjadi gas sulfida (H_2S) sebagai penyebab hujan asam (Sutanto dkk., 2021). Hujan asam berbahaya karena menimbulkan berbagai efek pada lingkungan dan manusia meliputi terganggunya kehidupan hewan air baik di danau, sungai, maupun laut, sifat korosif yang merusak, serta pada manusia dapat menyebabkan sakit kepala, iritasi mata, hidung, tenggorokan, kelainan paru-paru seperti batuk kering, asma, dan bronkhitis (Mohajan, 2018).

Menurut Lampiran Peraturan Presiden No. 101 Tahun 2014 limbah gipsum digolongkan ke dalam kategori limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) sumber spesifik khusus kategori bahaya 2 dengan kode limbah B414 yang memerlukan pengelolaan limbah yaitu dengan daur ulang. Daur ulang limbah gipsum dilakukan dengan cara mengubah limbah gipsum dihidrat menjadi gipsum hemihidrat melalui

proses kalsinasi atau pemanasan (Manappallil, 2016). Zakiyuddin dkk. (2020) melakukan penelitian pada gipsum tipe III daur ulang yang melewati proses pemanasan dan tanpa pemanasan. Model yang dibuat dari gipsum daur ulang dengan proses pemanasan dapat diukur kekuatan tekan, sebaliknya model dari gipsum daur ulang tanpa pemanasan tidak dapat diukur kekuatannya. Hal ini dikarenakan model tidak dapat menahan tekanan yang diberikan, selain itu bubuk gipsum daur ulang tanpa pemanasan tidak dapat bereaksi dengan air lagi dan air hanya bertindak sebagai pengikat saja pada proses pencampuran (Zakiyuddin dkk., 2020).

Sejumlah zat kimia dapat ditambahkan dalam gipsum daur ulang untuk mencapai komposisi dan konsentrasi yang sama seperti gipsum pabrikan sehingga kekuatan dan *setting time* yang dibutuhkan dapat tercapai (Sari dkk., 2021). Obaidey (2020) menambahkan berbagai konsentrasi *fly ash* sebanyak 5%, 10%, 15%, dan 20% pada gipsum. Penelitian tersebut menunjukkan adanya peningkatan kekuatan tekan hingga 13% pada penambahan *fly ash* sebanyak 15% dibandingkan dengan gipsum tanpa penambahan *fly ash* (Obaidey., 2020). Ngerchuklin dkk. (2018) menambahkan berbagai konsentrasi kalsium karbonat (CaCO_3) sebanyak 1%, 3%, dan 5% ke dalam limbah gipsum. Penelitian tersebut menunjukkan limbah gipsum dengan penambahan CaCO_3 sebanyak 5% dapat meningkatkan kekuatan mekanik berupa *bending strength* hingga 35% lebih besar dibandingkan dengan gipsum tanpa penambahan CaCO_3 (Ngerchuklin dkk., 2018).

CaCO_3 merupakan zat dalam komposisi *clinker* yang terdapat didalam batu kapur. *Clinker* sebagai bahan utama pembuatan semen adalah hasil pembakaran dari batu kapur, *clay*, dan bahan tambahan lainnya (Purnawan dan Prabowo, 2017). *Ordinary Portland Cement (OPC)* atau dikenal juga sebagai semen *portland* tipe I

termasuk jenis semen hidrolisis dengan komposisi *clinker* dan gipsum yang digunakan untuk konstruksi umum tanpa syarat-syarat khusus (Mulyati dan Suhendri, 2013; Irawan, 2013). Li dkk. (2018) melakukan penelitian pada campuran gipsum plaster dengan *OPC*, gipsum plaster tanpa dicampurkan *OPC*, daur ulang campuran gipsum plaster dengan *OPC*, dan daur ulang gipsum plaster tanpa dicampurkan *OPC*. Penelitian tersebut menunjukkan terdapat peningkatan kekuatan tekan pada campuran gipsum plaster dengan *OPC* dibandingkan dengan gipsum plaster tanpa dicampurkan *OPC*. Hasil sebaliknya ditunjukkan pada daur ulang campuran gipsum plaster dengan *OPC* yang dibandingkan dengan daur ulang gipsum plaster tanpa dicampurkan *OPC* yakni terdapatnya penurunan kekuatan tekan (Li dkk., 2018).

Penelitian ini melakukan penambahan *Portland Composite Cement (PCC)* ke dalam gipsum daur ulang sebagai zat aditif untuk meningkatkan kekuatan tekan gipsum daur ulang. *PCC* merupakan semen konstruksi bangunan varian terbaru dengan kualitas kuat tekan yang lebih baik dan harga yang lebih murah dibandingkan dengan *OPC* ataupun *Portland Cement* tipe lain (Mulyati dan Herman, 2015). Menurut SNI 7064 Tahun 2014 *PCC* digunakan untuk konstruksi umum seperti pekerjaan beton, pemasangan bata, jalan, pagar dinding, dan pembuatan elemen bangunan khusus. Penggunaan *PCC* merupakan peralihan dari *OPC* pada saat ini karena *PCC* merupakan campuran antara *OPC* dan berbagai zat aditif (Susanto dkk., 2019; Irawan, 2013). *PCC* memiliki komposisi bahan baku berupa *clinker*, gipsum, dan zat aditif lainnya (Mulyati dan Herman, 2015). Zat aditif yang digunakan yaitu batu kapur (*limestone*), abu terbang (*fly ash*), dan *trass* (Purnawan dan Prabowo, 2017). Zat aditif *fly ash* dan *trass* dapat meningkatkan kuat tekan karena

mengandung SiO_2 , sedangkan *limestone* berfungsi untuk menutup rongga-rongga pada semen sehingga dapat meningkatkan kekuatan tekan (Mulyati dan Herman, 2015).

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti tertarik untuk meneliti perbandingan kekuatan tekan campuran gipsum tipe III daur ulang dan *Portland Composite Cement (PCC)* konsentrasi 1%, 3%, dan 5% dengan gipsum tipe III pabrikan. Penentuan konsentrasi berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ngerchuklin dkk. (2018).

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana Perbandingan Kekuatan Tekan Campuran Gipsum Tipe III Daur Ulang dan *Portland Composite Cement (PCC)* dengan Gipsum Tipe III Pabrikan?

1.3 Tujuan Penelitian

a. Umum

Untuk mengetahui perbandingan kekuatan tekan campuran gipsum tipe III daur ulang dan *Portland Composite Cement (PCC)* dengan gipsum tipe III pabrikan.

b. Khusus

1. Untuk mengetahui perbandingan kekuatan tekan gipsum tipe III daur ulang dan gipsum tipe III pabrikan.

2. Untuk mengetahui perbandingan kekuatan tekan campuran gipsum tipe III daur ulang 99g dan *Portland Composite Cement (PCC)* 1g dengan gipsum tipe III pabrikan.
3. Untuk mengetahui perbandingan kekuatan tekan campuran gipsum tipe III daur ulang 97g dan *Portland Composite Cement (PCC)* 3g dengan gipsum tipe III pabrikan
4. Untuk mengetahui perbandingan kekuatan tekan campuran gipsum tipe III daur ulang 95g dan *Portland Composite Cement (PCC)* 5g dengan gipsum tipe III pabrikan

1.4 Manfaat Penelitian

a. Kedokteran Gigi

Menambah ilmu pengetahuan di fakultas kedokteran gigi tentang perbandingan kekuatan tekan campuran gipsum tipe III daur ulang dan *Portland Composite Cement (PCC)* dengan gipsum tipe III pabrikan.

b. Pembuat Kebijakan

Menjadi dasar dalam kebijakan penanganan dan pengolahan limbah bahan gipsum kedokteran gigi menjadi gipsum daur ulang kedokteran gigi.