



**PENGARUH PENAMBAHAN NANOPARTIKEL BUBUK
SISIK IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy*) TERHADAP
WATER SORPTION DAN *SOLUBILITY* SEMEN IONOMER
KACA PASCA PERENDAMAN DALAM
SALIVA BUATAN pH 3 DAN 7**

SKRIPSI

Oleh :

Fadhilla Yasmin Jannati

201610101063

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS JEMBER

2024



**PENGARUH PENAMBAHAN NANOPARTIKEL BUBUK
SISIK IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy*) TERHADAP
WATER SORPTION DAN SOLUBILITY SEMEN IONOMER
KACA PASCA PERENDAMAN DALAM
SALIVA BUATAN pH 3 DAN 7**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Kedokteran Gigi (S1) dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi

Oleh :

Fadhilla Yasmin Jannati

201610101063

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS JEMBER

2024

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT, atas karunia dan kehendak-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Pratitis Dewi Susanti, Bapak Zudha Nooradillah, Bapak Djarwadi, Bapak Gatot, Ibu Marmiyah, Ibu Soedarwati, dan adik adik tersayang.
3. Keluarga tercinta, yang selalu memberi dukungan dan doa kepada saya.
4. Guru-guru dan dosen-dosen yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan pendidikan sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi.
5. Teman-teman dan semua pihak yang terlibat dari mulai awal hingga akhir penyusunan skripsi ini.
6. Almamater tercinta, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

MOTTO

وَاعْلَمُ أَنَّ النَّصْرَ مَعَ الصَّبْرِ، وَأَنَّ الْفَرْجَ مَعَ الْكَرْبِ، وَأَنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Ketahuilah bahwasannya kemenangan itu bersama kesabaran, dan jalan keluar itu bersama kesulitan, dan bahwasannya bersama kesulitan ada kemudahan”

(HR. Tirmidzi)

“Everything will be okay in the end, if it's not okay, it's not the end”

(John Lennon)



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fadhilla Yasmin Jannati

NIM : 201610101063

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “*Pengaruh Penambahan Nanopartikel Bubuk Sisik Ikan Gurami (Osphronemus Gouramy) terhadap Water Sorption dan Solubility Semen Ionomer Kaca pasca Perendaman dalam Saliva buatan pH 3 dan 7*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 10 Juli 2024

Yang menyatakan,

(Materai Rp 10.000,00)

Fadhilla Yasmin Jannati

NIM 201610101063

SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN NANOPARTIKEL BUBUK
SISIK IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy*) TERHADAP
WATER SORPTION DAN *SOLUBILITY* SEMEN IONOMER
KACA PASCA PERENDAMAN DALAM
SALIVA BUATAN pH 3 DAN 7**

Oleh :

Fadhilla Yasmin Jannati
NIM 201610101063

Dosen Pembimbing Utama : drg. Erawati Wulandari, M.Kes.

Dosen Pembimbing Pendamping : Prof. Dr. drg. I Dewa Ayu Ratna Dewanti, M.Si

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul “*Pengaruh Penambahan Nanopartikel Bubuk Sisik Ikan Gurami (Osphronemus Gouramy) terhadap Water Sorption dan Solubility Semen Ionomer Kaca pasca Perendaman dalam Saliva buatan pH 3 dan 7*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 10 Juli 2024

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Pembimbing

Tanda Tangan

1. Pembimbing Utama

Nama : drg.Erawati Wulandari M.Kes

(.....)

NIP : 196708191993032001

2. Pembimbing Pendamping

Nama : Prof. Dr.,drg.I Dewa Ayu Ratna Dewanti M.Si.

(.....)

NIP : 196705021997022001

Penguji

1. Penguji Utama

Nama : drg. Raditya Nugroho, Sp.KG

(.....)

NIP : 198206622009121003

2. Penguji Pendamping

Nama : Yohana Maria Penga, S.T., M.Biomed

(.....)

NIP : 199010072019032025

ABSTRACT

Introduction : The ideal restorative material needs to be resistant to several conditions in the oral cavity. Glass Ionomer Cement (GIC) has a high level of water absorption and solubility that can interfere with its mechanical properties. Gourami fish scale powder nanoparticle (nGSFP) contains hydroxyapatite, which, if incorporated into GIC, will potentially reduce the absorption and solubility of conventional GIC. **Objective :** This study evaluate water absorption and solubility of GIC corporated with nGSFP after immersion in artificial saliva pH 3 and 7. **Material and Method :** This experimental laboratory study was a pre-post test control group design. The total sample was divided into 4 groups namely K1 (GIC pH3), K2 (GIC pH7), P1 (GIC + nGSFP 3,5% pH3), and P2 (GIC + nGSFP 3,5% pH 7). Samples were soaked using time periods of 1, 7, 14 and 21 days. This study used a weight-loss method, and data were analyzed using Two Way ANOVA followed by Least Significant Difference. **Result :** The average value of the lowest to the highest water sorption and solubility is $P2 < P1 < K2 < K1$. **Conclusion :** Adding of 3.5% nGSFP reduced the water absorption and solubility of conventional GIC.

Keywords : GIC, Gourami Scales Powder, Nanoparticles, Water sorption, Water solubility,

RINGKASAN

Pengaruh Penambahan Nanopartikel Bubuk Sisik Ikan Gurami (*Osphronemus Gouramy*) terhadap *Water Sorption* dan *Solubility* Semen Ionomer Kaca pasca Perendaman dalam Saliva buatan pH 3 dan 7; Fadhilla Yasmin Jannati; 201610101063; 2024; 25 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Interaksi antara saliva dan bahan restorasi menyebabkan terjadinya proses *water sorption* dan *solubility* dari bahan restorasi. Kedua faktor tersebut merupakan parameter penting untuk mengevaluasi perlekatan dan ketahanan bahan restorasi serta dapat mengganggu sifat mekaniknya. Salah satu cara untuk memperbaiki permasalahan tersebut adalah menambahkan SIK (Semen Ionomer Kaca) dengan bahan hidroksiapatit (HAp) yang terkandung dalam bahan alami sisik ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan nanopartikel bubuk sisik ikan gurami (nBSIG) 3,5% terhadap *water sorption* dan *solubility* SIK pasca perendaman dalam saliva buatan pH 3 dan 7.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan desain penelitian *pre-post test only control group design*. Sampel berbentuk tablet (5x3 mm). Sampel terbagi dalam 4 kelompok sampel, yaitu K1 kelompok kontrol SIK direndam saliva buatan pH 3, K2 kelompok kontrol SIK direndam saliva buatan pH 7, P1 kelompok perlakuan SIK + BSIG 3,5% direndam saliva buatan pH 3, dan P2 kelompok perlakuan SIK + BSIG 3,5% direndam saliva buatan pH 7. Sampel kelompok K1 dan K2 dibuat dengan mencampur bubuk SIK (0,2347 gram) dan cairan SIK (0,069 gram) dengan perbandingan 1:1 di atas paper pad selama 25 detik. Kelompok P1 dan P2 dicampur terlebih dahulu bubuk SIK (0,2265 gram) dan BSIG (0,0082 gram) dengan *vortex* kemudian dicampur dengan cairan SIK selama 25 detik. Adonan dimasukkan dalam cetakan akrilik 5x3 mm, disimpan dalam wadah tertutup selama 24 jam, lalu direndam aquades selama 24 jam. Setelah perendaman, sampel dimasukkan kedalam desikator lalu dilakukan perhitungan volume dan massanya menggunakan *digital caliper*. Sampel dimasukkan saliva buatan sesuai dengan kelompoknya dan ditimbang massanya dengan periode waktu

1, 7, 14, dan 21 hari. Perhitungan *water sorption* dan *solubility* menggunakan rumus *weight loss method*.

Hasil penelitian menunjukkan nilai *water sorption* meningkat seiring bertambahnya periode perendaman. Nilai K1 hari ke-1 (0,1354), hari ke-7 (0,1365), hari ke-14 (0,1379), dan hari ke-21 (0,1388). Nilai K2 hari ke-1 (0,1334), hari ke-7 (0,1347), hari ke-14 (0,1359), dan hari ke-21 (0,1365). Nilai P1 hari ke-1 (0,1307), hari ke-7 (0,1315), hari ke-14 (0,1324), dan hari ke-21 (0,1336). Nilai P2 hari ke-1 (0,1283), hari ke-7 (0,1309), hari ke-14 (0,1317), dan hari ke-21 (0,1320). Nilai *water sorption* tertinggi pada K1 hari ke-21 (0,1388) dan terendah pada P2 hari ke-1 (0,1283). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *water sorption* dan *solubility* sampel dengan perendaman saliva buatan pH 7 lebih rendah dibandingkan pH 3. Tinggi rendahnya nilai *water sorption* sejalan dengan nilai *solubility*. Nilai *water sorption* dan *solubility* berturut-turut dari yang terendah adalah $P2 < P1 < K2 < K1$.

Hasil uji normalitas menggunakan *Saphiro-wilk* menunjukkan bahwa data terdistribusi normal ($p > 0,05$). Hasil uji homogenitas menggunakan *Levene Test* menunjukkan bahwa data homogen ($p > 0,05$). Hasil analisis dengan *Two Way Anova* menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,05$ (sig. 0,000) artinya nilai *water sorption* dan *solubility* memiliki perbedaan signifikan antar kelompok perlakuan. Kesimpulan penelitian ini yaitu penambahan nanopartikel bubuk sisik ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) menurunkan nilai *water sorption* dan *solubility* semen ionomer kaca pasca perendaman dalam saliva buatan pH 3 dan 7.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Nanopartikel Bubuk Sisik Ikan Gurami (*Osphronemus Gouramy*) terhadap *Water Sorption* dan *Solubility* Semen Ionomer Kaca pasca Perendaman dalam Saliva buatan pH 3 dan 7”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Penyusunan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas limpahan nikmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
2. drg. Dwi Kartika Apriyono, M.Kes., Sp.OF (K), selaku Dekan Fakultas Kedokteran gigi Universitas Jember;
3. drg. Erawati Wulandari, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu penelitian dan memberikan bimbingan kepada saya selama menempuh pendidikan khususnya selama pengerjaan skripsi hingga skripsi ini dapat terselesaikan;
4. Prof. Dr. I Dewa Ayu Ratna Dewanti, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu penelitian dan memberikan bimbingan hingga skripsi ini dapat terselesaikan;
5. drg. Raditya Nugroho, Sp. KG., selaku Dosen Penguji Ketua yang telah berkenan menguji, memberikan evaluasi, dan saran yang membangun serta motivasi pada penulisan skripsi ini;
6. Bu Yohana Maria Penga, S.T., M.Biomed, selaku Dosen Penguji Anggota yang telah berkenan menguji, memberikan evaluasi, dan saran yang membangun serta motivasi pada penulisan skripsi ini;
7. drg. Melok Aris W, M.Kes., Sp.Perio, selaku Dosen Pembimbing Akademik;

8. Seluruh dosen Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang telah mendidik penulis dan memberikan bekal ilmu selama penulis menuntut ilmu di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
9. Seluruh staff akademik, kemahasiswaan, Laboratorium *Bioscience* Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang telah membantu kelancaran penulis dalam memperoleh perijinan dan memfasilitasi penelitian dalam pelaksanaan skripsi ini;
10. Ibu Pratitis, Bapak Zudha, Bapak Djarwadi, Bapak Gatot, Ibu Marmiyah, Ibu Soedarwati, dan adik-adik yang menjadi motivasi utama penulis untuk menyelesaikan skripsi ini;
11. Keluarga tercinta, yang selalu memberi dukungan serta mendoakan penulis.
12. Niken, Fiina, Ilham, Adnan, Teja, Fauzan, Rania, Marcella, Intan, Mira, Hasna, teman berjuang bersama ketika *pre*-klinik yang menemani, membantu, mendengarkan keluh kesah, menghibur, memberikan motivasi dan dukungan hingga akhir.
13. Teman seperjuangan penelitian skripsi sisik ikan gurami, Illona yang telah membantu segala hal mulai dari awal, penelitian, hingga skripsi ini selesai;
14. Umi, Erica, Shohib, Sisil, Choirul, Rouf, Chika, teman diluar FKG yang telah menjadi tempat berkeluh kesah dan selalu memberi dukungan;
15. Mbak Salma, Cahya, Salsa, Arum, Bobby, Fito, Pramana, Andin, Cinta, teman-teman yang menjadi tempat bertukar cerita setiap pulang dari perantauan;
16. Beberapa teman SD yang menemani dari jarak jauh, memberi dukungan, dan menjadi tempat berkeluh kesah;
17. Semua pihak yang telah membantu penulisan skripsi ini dan tidak dapat disebutkan satu persatu;

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, xx (bulan) 2024

Penulis

DAFTAR ISI

PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vii
ABSTRACT	viii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GRAFIK	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN TEORI	4
2.1 Ikan Gurami.....	4
2.2 Bubuk Sisik Ikan Gurami (BSIG)	4
2.3 Semen Ionomer Kaca (SIK)	5
2.4 <i>Water Sorption</i> (Penyerapan Air)	7
2.5 <i>Water Solubility</i> (Kelarutan Air).....	7
2.6 Saliva Buatan.....	8
2.7 Pengukuran menggunakan <i>Weight Loss Method</i>	9
2.8 Kerangka Konsep Penelitian	10
2.9 Penjelasan Kerangka Konsep	10
2.10 Hipotesis.....	11
BAB 3. METODE PENELITIAN	12
3.1 Jenis penelitian	12
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.3 Variabel Penelitian.....	12
3.4 Definisi Operasional.....	13

3.5 Sampel Penelitian	14
3.6 Alat dan Bahan	14
3.7 Metode Penelitian.....	14
3.8 Alur Penelitian.....	15
3.9 Analisis Data.....	15
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Hasil Penelitian.....	16
4.2 Hasil Analisis Data	17
4.3 Pembahasan.....	18
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	22
5.1 Kesimpulan.....	22
5.2 Saran.....	22
DAFTAR PUSTAKA.....	23
LAMPIRAN	27

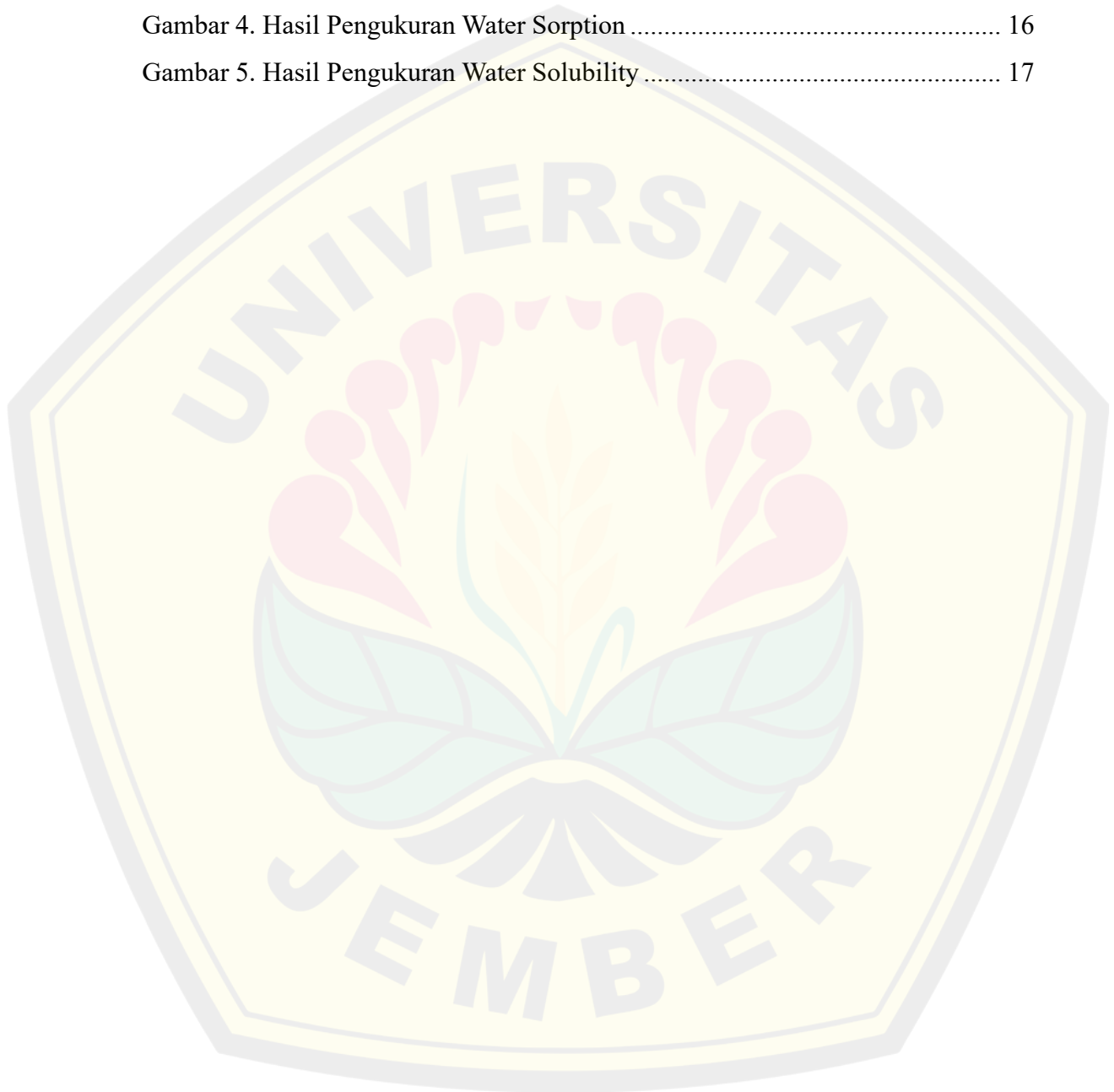
DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian SIK dengan penambahan BSIG.....	5
Tabel 2. Pembagian Kelompok Sampel	14
Tabel 3. Hasil Uji <i>Least Significant Difference</i> (LSD)	18



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Reaksi Setting SIK	6
Gambar 2. Kerangka Konsep Penelitian	10
Gambar 3. Alur Penelitian.....	15
Gambar 4. Hasil Pengukuran Water Sorption	16
Gambar 5. Hasil Pengukuran Water Solubility	17



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semen Ionomer Kaca (SIK) merupakan bahan restorasi sewarna gigi, mudah diaplikasikan, peka terhadap kelembapan, biokompatibel, bersifat adhesi pada struktur gigi, dan kuat untuk jangka panjang (Almuhaiza, 2016; Sikka, 2023). Namun, SIK memiliki kekurangan, seperti tingkat penyerapan (*water sorption*) dan tingkat kelarutan airnya (*water solubility*) tinggi. Kedua faktor tersebut merupakan parameter penting untuk mengevaluasi perlekatan bahan dan ketahanan SIK (Singer *et al.*, 2020).

Sifat *water sorption* dan *solubility* SIK yang tinggi dapat mengganggu sifat mekaniknya, seperti kekuatan tekan, tarik, dan kekerasannya. *Water sorption* berdampak pada hilangnya material massa, merusak sifat mekanis, kegagalan restorasi, dan meningkatkan resiko kebocoran mikro tepi marginal. Sementara itu, *water solubility* dapat menyebabkan terlarutnya komponen bahan yang tidak bereaksi, seperti monomer yang tidak terpolimerisasi, sehingga mempengaruhi ketahanan dan perubahan warna. (Lima *et al.*, 2018; Ramadhani *et al.*, 2023).

Water sorption dan *solubility* dapat dipengaruhi oleh saliva dengan pH asam. Saliva di rongga mulut dapat menurun dan mencapai nilai pH asam (pH 3) ketika mengkonsumsi makanan atau minuman tertentu. Penelitian oleh Eriwati, *et al.* (2020) menunjukkan bahwa semakin rendah pH saliva (semakin asam), semakin meningkat nilai *water sorption* dan *solubility* bahan restorasi tersebut karena terjadinya degradasi hidrolisis disebabkan oleh ion hidrogen dari saliva buatan. Degradasi hidrolisis menyebabkan terjadinya *microcrack* sehingga memudahkan cairan masuk, dan mengakibatkan meningkatnya nilai *water sorption*. Penelitian oleh Lima, *et al.* (2018) menunjukkan bahwa *water sorption* dan *solubility* dipengaruhi oleh berbagai hal, seperti ukuran dan komposisi yang terkandung pada bahan restorasi tersebut.

Salah satu solusi untuk memperbaiki kekurangan tersebut adalah dengan penambahan bahan yang mengandung senyawa hidroksiapatit, dimana salah satunya berasal dari sisik ikan gurami. Penelitian-penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa penambahan Bubuk Sisik Ikan Gurami (BSIG) berukuran nanopartikel ($\pm 51,77$ nm) dapat memperbaiki sifat mekanik, biologis, maupun fisik dari SIK (Wulandari *et al.*, 2023). Hasil penelitian Cahyanissa, *et al* (2022) menunjukkan bahwa SIK dengan penambahan BSIG meningkatkan kekuatan tarik SIK. Wulandari, *et al* (2023) juga melakukan penelitian mengenai kedalaman porositas, dimana penambahan bubuk sisik ikan gurami menurunkan nilai kedalaman porositas. Penelitian mengenai uji kekuatan tekan dengan perlakuan perendaman saliva normal (pH 7), lebih kuat dalam menahan beban pada sampel SIK dengan penambahan BSIG (Aulia, 2023). Ketika sampel dilakukan perendaman dengan minuman berkarbonasi (pH 1,5), penambahan BSIG menunjukkan nilai kuat tekan SIK lebih tinggi dibandingkan tanpa penambahan BSIG (Krisdiantita, 2023). Semua penelitian tersebut menggunakan variasi penambahan BSIG konsentrasi 0,5%, 1,5%, 2,5%, dan 3,5%. Hasil paling efektif pada konsentrasi penambahan BSIG 3,5%. Berdasarkan hal tersebut, akan dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh penambahan nanopartikel BSIG 3,5% terhadap *water sorption* dan *solubility* SIK konvensional pasca perendaman dalam saliva buatan pH 3 dan 7.

1.2 Rumusan Masalah

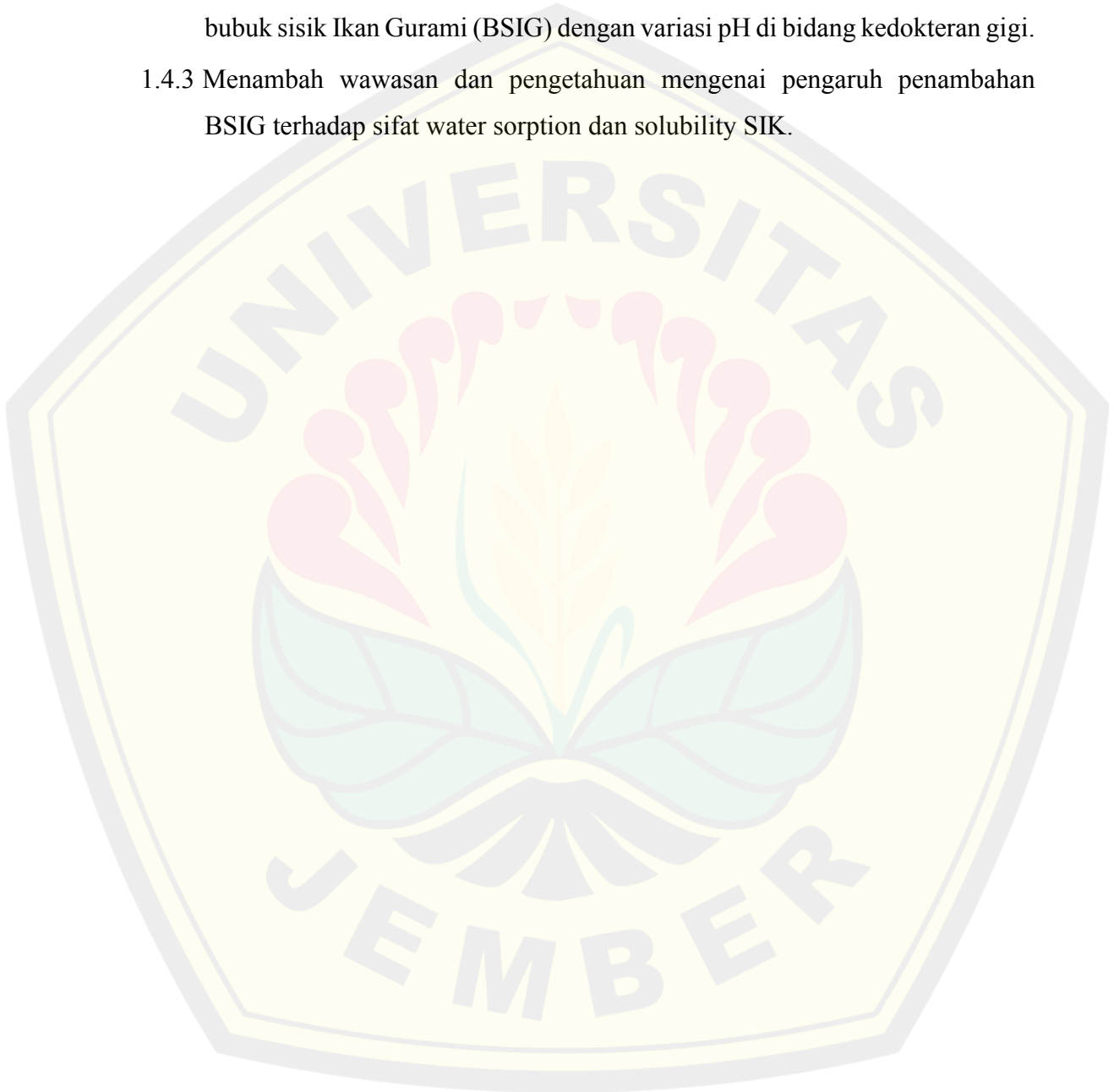
Bagaimana pengaruh penambahan nanopartikel bubuk sisik ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) terhadap *water sorption* dan *solubility* semen ionomer kaca pasca perendaman dalam saliva buatan pH 3 dan 7 ?

1.3 Tujuan Penelitian

Menganalisis pengaruh penambahan nanopartikel bubuk sisik ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) terhadap *water sorption* dan *solubility* Semen Ionomer Kaca pasca perendaman dalam saliva buatan pH 3 dan 7.

1.4 Manfaat penelitian

- 1.4.1 Mengembangkan ilmu pengetahuan dan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan bubuk sisik Ikan Gurami (*Osporonemus gouramy*) berukuran nanopartikel di bidang kedokteran gigi.
- 1.4.2 Menambah wawasan dan pengetahuan mengenai pemanfaatan nenopartikel bubuk sisik Ikan Gurami (BSIG) dengan variasi pH di bidang kedokteran gigi.
- 1.4.3 Menambah wawasan dan pengetahuan mengenai pengaruh penambahan BSIG terhadap sifat water sorption dan solubility SIK.



BAB 2. TINJAUAN TEORI

2.1 Ikan Gurami

Ikan Gurami merupakan ikan air tawar dengan taksonomi berikut:

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Filum	: <i>Chordata</i>
Kelas	: <i>Pisces</i>
Ordo	: <i>Labyrinthici</i>
Genus	: <i>Osphronemus</i>
Spesies	: <i>Osphronemus gouramy</i>

Sisik ikan gurami mempunyai kandungan protein yang tinggi dibandingkan dengan sisik ikan lainnya. Kandungan pada sisik ikan antara lain 70% air, 27% protein, 1% lemak, dan 2% abu. Senyawa organik terdiri dari 40-90% pada sisik ikan (Tridhar, 2016). Lapisan luar sisik ikan mengandung bahan anorganik lebih tinggi, sehingga lebih termineralisasi dibandingkan dengan lapisan dalamnya (lapisan basal/kolagen) dengan kandungan organiknya lebih tinggi. Rata-rata kandungan kalsium pada sisik ikan gurami sekitar 5-7,5% yang berbentuk kristal hidroksiapatit (Dewanti *et al.*, 2020).

2.2 Bubuk Sisik Ikan Gurami (BSIG)

Penambahan Bubuk Sisik Ikan Gurami (BSIG) dengan kandungan kalsium tinggi dapat meningkatkan reaksi kimia. Kalsium merupakan salah satu komponen penyusun lapisan yang terbentuk dari proses peleburan kalsium, alumunium fosfat, dan poliakrilat. Lapisan ini terbentuk pada *interface* antara semen restorative dan struktur gigi (Dewanti *et al.*, 2022).

Penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa penambahan Bubuk Sisik Ikan Gurami (BSIG) dapat memperbaiki sifat mekanik, biologis, maupun fisik dari SIK. Penelitian yang pernah dilakukan menggunakan BSIG dengan ukuran mikro ($\pm 74\mu\text{m}$) dan nanopartikel ($\pm 51,77\text{ nm}$). Perbedaan ukuran tersebut menunjukkan bahwa ukuran BSIG lebih kecil daripada SIK dapat mengisi celah antar partikel sehingga dapat memperbaiki sifat dari bahan restorasi tersebut.

Penelitian-penelitian tentang penambahan BSIG dan SIK dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Penelitian SIK dengan penambahan BSIG

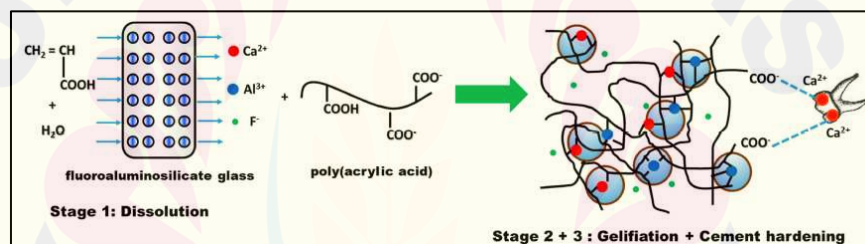
Peneliti	Tahun	Sifat yang diuji	Konsentrasi	Ukuran BSIG	Hasil
Dewanti, <i>et al</i>	2021	<i>Marginal gap, compressive strength, bacterial inhibition</i>	2,5% 5% 10%	Mikro ($\pm 74\mu\text{m}$)	Hasilnya signifikan, paling efektif pada konsentrasi 2,5%
Wulandari, <i>et al</i>	2022	<i>Porosity</i>			
Cahyanissa, <i>et al</i>	2022	<i>Tensile strenght</i>	0,5% 1,5%	Nano ($\pm 51,77$ nm)	Hasilnya signifikan, paling efektif dalam memperbaiki sifat mekanik, biologis, dan fisik pada konsentrasi 3,5%
Wulandari, <i>et al</i>	2023	<i>Antibacterial activity</i>	2,5% 3,5%		
Wulandari, <i>et al</i>	2023	<i>Depth Porosity</i>			
Aulia, <i>et al</i>	2023	Kekuatan tekan dengan perendaman saliva PH 7			
Krisdiantita, <i>et al</i>	2023	Kekuatan tekan dengan perendaman minuman berkarbonasi			

2.3 Semen Ionomer Kaca (SIK)

SIK adalah material restorasi gigi terdiri dari bubuk kaca fluoroaluminosilikat dan larutan asam polikarboksilat. Kelebihan SIK dibandingkan dengan bahan tumpatan lain adalah memiliki kemampuan pelepasan

flour yang baik sehingga memiliki sifat bakteriostatik dan dapat mencegah karies, biokompatibilitas baik, tidak mengiritasi pulpa, dan perlekatannya baik. Kekurangannya adalah memiliki kelarutan tinggi, memiliki resistensi yang buruk terhadap asam dan sensitif terhadap air (Sikka & Brizuela, 2023).

Reaksi setting SIK terdiri dari 3 tahapan (*dissolution*, *gelification*, dan *cement hardening*). Tahapan pertama yaitu *dissolution*, merupakan reaksi asam basa setelah mencampur bubuk (bersifat basa) dan cairan (bersifat asam). Asam akan melarutkan permukaan partikel kaca dan terjadi pelepasan ion logam (Ca^{2+} , Al^{3+} , dan F^-). Tahapan kedua yaitu *gelification*, fase ketika terbentuk ikatan gel silika akibat ikatan silang dari kation terlepas dengan gugus karboksilat (COOH). Tahap ketiga yaitu *cement hardening*, berlangsungnya reaksi antara Ion Al^{3+} berikatan silang dengan rantai asam poliakrilat menggantikan ion Ca^{2+} . Hal ini meningkatkan kekuatan akhir dari semen yang telah di tetapkan (Gugoasa *et al.*, 2021).



Gambar 1. Reaksi Setting SIK (Sumber : Gugoasa *et al.*, 2021)

Berdasarkan pengaplikasiannya, SIK diklasifikasikan menjadi 9 tipe. Tipe I adalah tipe luting semen yang digunakan untuk sementasi mahkota dan jembatan. Tipe II adalah tipe semen restorative yang digunakan untuk tambalan estetika. Tipe III digunakan untuk liner dan base. Tipe IV digunakan sebagai pit dan *fissure sealant*. Tipe V digunakan untuk sementasi ortodontik. Tipe VI digunakan untuk pembentukan inti pada gigi yang sangat rusak (*core built up*). Tipe VII memiliki kemampuan untuk menghasilkan flour lebih banyak (*flouride release*). Tipe VIII untuk pengobatan restoratif atraumatik (ART). Tipe IX digunakan untuk restorasi pediatri dan geriatri (Sikka & Brizuela, 2023).

2.3.1 SIK Fuji 9 Gold Label Extra

SIK Fuji 9 memiliki keunggulan karena pengaplikasiannya tidak memerlukan penyinaran, mengurangi sensitivitas gigi, dan memperpanjang waktu

pemakaian. SIK jenis ini umumnya digunakan untuk perbaikan restorasi, untuk restorasi gigi posterior dan sebagai basis restorasi *sandwich*. SIK Fuji 9 ini terdiri dari bubuk kaca kalsium fluoroaluminosilikat yang mengandung beberapa bahan, seperti silica, natrium fluorida, alumina, aluminium fosfat, aluminium fluorida, dan kalsium fluorida. Bubuk ini dapat larut dalam cairan dari asam poliakrilat dan membentuk garam hidrogel yang berperan sebagai matriks pengikat dan partikel kaca yang tidak bereaksi sebagai partikel pengisi (GC Corporation, 2014).

2.4 Water Sorption (Penyerapan Air)

Bahan restorasi akan berinteraksi dengan saliva di dalam rongga mulut. Interaksi tersebut tidak dapat dihindari, maka terjadilah penyerapan cairan oleh restorasi gigi seperti SIK. Penyerapan air adalah proses dimana molekul cair berpenetrasi ke dalam struktur padat melalui difusi (Moheet *et al.*, 2020). Penyerapan air dapat menyebabkan terlarutnya komponen bahan sehingga mempengaruhi ketahanan dan dapat menyebabkan perubahan warna. Penyerapan air menyebabkan degradasi antar matriks pengisi, perubahan warna material, masalah estetika dalam restorasi, jangka waktu restorasi, stabilitas, dan biokompatibilitasnya (Giti *et al.*, 2016; Eriwati *et al.*, 2020). Nilai *water sorption* tinggi dapat menurunkan struktur jaringan dengan melepaskan ikatan silang sehingga memicu *solubility* bahan restorasi (Giti *et al.*, 2016).

2.4.1 Cara Perhitungan *Water Sorption*

Water sorption dapat diukur menggunakan metode *weight loss* yaitu metode dengan cara melihat selisih antara pengukuran berat ketika periode perendaman dan di akhir setelah perendaman. Sebelum direndam, berat SIK diukur dalam keadaan kering. Sampel SIK dimasukkan ke dalam alat inkubator untuk dilakukan perendaman selama 1, 7, 14, dan 21 hari lalu di keringkan dengan suhu ruang dan diukur beratnya. Selisih tersebut merupakan hasil dari *water sorption* semen ionomer kaca (Jaiswal *et al.*, 2022).

2.5 Water Solubility (Kelarutan Air)

Bahan restoratif ideal mampu mencegah *water sorption* dan *solubility* materialnya. *Water sorption* dapat berdampak pada penurunan estetika karena

perubahan warna, berkurangnya ketahanan karena *water solubility* dapat menjadikan bahan restorasi mudah patah, retak, atau mudah lepas, dan berkurangnya massa karena terlarutnya komponen dari monomer yang tidak bereaksi. SIK memiliki *water solubility* yang tinggi karena melepaskan ion flour dalam jumlah yang besar (Krisyudhanti *et al.*, 2017).

2.5.1 Cara Perhitungan *Water Solubility*

Tingkat kelarutan dapat diukur menggunakan metode *weight loss* yaitu metode menggunakan cara melihat selisih antara massa konstan sebelum perendaman dan massa konstan setelah perendaman. Sebelum direndam, berat SIK diukur dalam keadaan kering. Sampel SIK dimasukkan kedalam alat inkubator untuk dilakukan perendaman selama 21 hari lalu dikeringkan dengan suhu ruang dan diukur beratnya hingga konstan. Selisih tersebut merupakan hasil dari *water solubility* SIK (Jaiswal *et al.*, 2022).

2.6 Saliva Buatan

Saliva buatan adalah bahan yang menggantikan saliva, digunakan untuk menguji material yang akan digunakan dalam rongga mulut. Komposisi saliva buatan berdasarkan metode Afnor yaitu: Na_2HPO_4 0,26 gr/l, KSCN 0,33 gr/l, NaCl 6,0 gr/l, KH_2PO_4 0,20 gr/l, KCl 1,20 gr/l dan NaHCO_3 1,50 gr/l, kemudian pH saliva buatan diseimbangkan dan dikontrol menggunakan HCl dan NaOH hingga mencapai pH yang ditentukan. Apabila pH saliva lebih dari yang diinginkan maka ditambahkan HCl , sedangkan jika pH saliva kurang dari yang diinginkan maka ditambahkan NaOH (Langen *et al.*, 2017; Sulistian, 2017).

2.6.1 Hubungan pH Saliva dengan SIK

Kontaminasi antara SIK dengan air akan mengubah sifat fisik dan mekaniknya karena air dapat melarutkan ion aluminium dan kalsium yang diperlukan dalam reaksi asam basa, sehingga mengganggu pembentukan matriks dan maturasi SIK (Farahdillah *et al.*, 2017). Setelah pengadukan dan polimerisasi monomer, jembatan garam terbentuk karena reaksi kaca fluoro aluminosilikat dan asam polikarboksilat. Ketika SIK direndam pada saliva buatan, ion hidrogen didalamnya dapat melepaskan ikatan antara kation logam dan gugus karboksil yang

sudah ada pada jembatan garam. Kation yang dilepaskan dari jembatan garam berdifusi keluar. Jika fenomena ini terus berlanjut, semakin banyak kation yang dilepaskan dari komponen kaca sehingga merusak komponen kaca. Ion hidrogen juga dapat merusak ikatan antara Si–O–Si pada komponen kaca, sehingga menghasilkan lebih banyak mikrovoid. Hal tersebut menyebabkan terjadinya degradasi hidrolisis sehingga terbentuk *microcrack*, akibatnya cairan akan lebih mudah masuk ke dalam matriks polimer sehingga terjadi peningkatan *water sorption*. Degradasi hidrolisis akan semakin meningkat seiring dengan penurunan pH (Eriwati *et al.*, 2020)

2.7 Pengukuran menggunakan *Weight Loss Method*

Water sorption dan *solubility* dapat diukur menggunakan metode yang disebut dengan *weight loss*, yaitu metode untuk menghitung seberapa banyak massa yang terserap dan terlarut ketika dilakukan perendaman pada suatu sampel. Sebelum dilakukan perlakuan, sampel akan diukur volumenya terlebih dahulu sebagai pembagi dari data yang akan didapatkan (Giti *et al.*, 2016; Neslihan *et al.*, 2021), dengan rumus :

$$V = \pi \times r^2 \times h$$

keterangan : π = konstanta 3,14 ; r = jari-jari (mm) ; h = tinggi (mm)

Sampel akan dikondisikan hingga massa konstan untuk mendapatkan data M1, selanjutnya sampel akan dilakukan perendaman dengan larutan perlakuan untuk mendapatkan data M2, setelah siklus perlakuan selesai sampel dikeringkan hingga massa konstan untuk mendapatkan data M3 (Eriwati *et al.*, 2020; Lima *et al.*, 2018).

2.7.1 Rumus *Weight Loss Method* untuk menghitung *Water Sorption* dan *Solubility*

$$\text{Water Sorption} = \frac{M2-M3}{V}$$

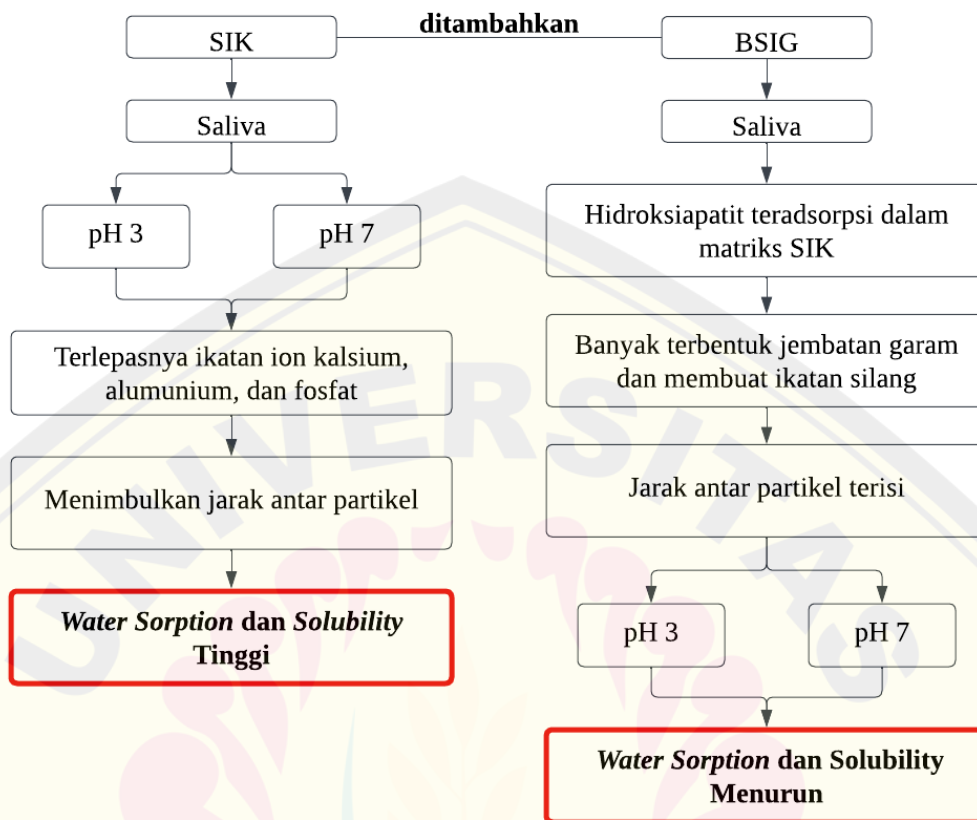
$$\text{Water Solubility} = \frac{M1-M3}{V}$$

M1 = Massa konstan sebelum perendaman (gr)

M2 = Massa setiap periode perendaman (gr)

M3 = Massa konstan setelah perendaman (gr)

2.8 Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 2. Kerangka Konsep Penelitian

2.9 Penjelasan Kerangka Konsep

Semen ionomer kaca (SIK) berinteraksi dengan saliva di dalam mulut, merupakan interaksi yang tidak dapat dihindari, sehingga akan terjadi proses *water sorption* dan *solubility*. Saliva dalam mulut tidak selalu memiliki pH normal (pH 7), dalam beberapa kondisi pH saliva dapat menurun menjadi asam (pH 3). *Water sorption* dan *solubility* SIK akan semakin meningkat ketika pH saliva dalam keadaan asam. *Water sorption* dan *solubility* menjadi tinggi dikarenakan oleh terlepasnya ikatan silang. Ion kalsium, aluminium, dan fosfat akan terlepas dan digantikan oleh terikatnya ion hidrogen, akibatnya nilai *water sorption* dan *solubility* tinggi. Bubuk sisik ikan gurami (BSIG) berukuran nano ditambahkan pada SIK karena mengandung hidroksiapatit, kalsium, dan fosfat yang dapat teradsorpsi ke dalam matriks SIK. Hal ini membentuk banyak jembatan garam dan

memperkuat ikatan silang, membuat SIK lebih padat dan mengisi jarak antara partikel. Oleh karena itu ketika SIK ditambah dengan nanopartikel BSIG direndam pada saliva pH 3 dan 7 akan menurunkan nilai *water sorption* dan *solubility*.

2.10 Hipotesis

Penambahan nanopartikel bubuk sisik ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) menurunkan *water sorption* dan *water solubility* semen ionomer kaca pasca perendaman dalam saliva buatan pH 3 dan 7.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratoris dengan desain penelitian *pre-post test control group design*, yaitu penelitian dengan pengamatan dilakukan sebelum dan setelah perlakuan.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret sampai April 2024, dilaksanakan di Laboratorium Bioscience Rumah Rumah Sakit Gigi dan Mulut Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember untuk pembuatan sampel penelitian dan uji *weight loss*.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dari penelitian ini, sebagai berikut :

- a) Penambahan bubuk sisik ikan gurami berukuran nano dalam SIK dengan konsentrasi 3,5%.
- b) Perendaman dalam saliva buatan pH 3 dan 7.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dari penelitian ini adalah *water sorption* dan *solubility*.

3.3.3 Variabel Terkendali

Ukuran sampel SIK dengan diameter 5 mm dan tinggi 3 mm, SIK Fuji IX *Gold label Ekstra*, perbandingan bubuk dan cairan SIK, perbandingan bubuk SIK dan bubuk sisik ikan gurami, manipulasi SIK, pH saliva buatan, lama perendaman dan volume dalam saliva buatan, suhu inkubator 37°C, pengukuran *water sorption* dan *solubility* menggunakan *weight loss method*.

3.4 Definisi Operasional

3.4.1 Bubuk Nanopartikel Sisik Ikan Gurami

Bubuk nanopartikel sisik ikan gurami merupakan hasil dari proses pengeringan sisik ikan gurami menggunakan metode *freeze drying*, di ayak dengan ayakan 200 mesh dihaluskan menggunakan metode *ball milling*, di ayak dengan ayakan 400 mesh dan ukuran partikel diukur menggunakan *particle size analyzer*.

3.4.2 Semen Ionomer Kaca (SIK)

SIK yang digunakan adalah SIK konvensional dengan merk GC Fuji® 9 *Gold Label High Strength Posterior Extra*. Manipulasi bubuk dan cairan secara manual dilakukan selama 25 detik.

3.4.3 Perendaman dalam Saliva Buatan

Merupakan proses merendam sampel dalam saliva buatan. Perendaman dilakukan selama 24 jam pada inkubator bersuhu 37 °C. Saliva buatan dibuat di laboratorium menggunakan metode Afnor dengan komposisi dan konsentrasi ion hampir sama dengan di rongga mulut.

3.4.4 *Water Sorption* (Penyerapan Air)

Water sorption (Penyerapan Air) adalah bertambahnya massa karena sampel menyerap air ketika dilakukan perendaman menggunakan saliva buatan. Perhitungan menggunakan metode *weight loss method* selama 1,7, 14, dan 21 hari dengan mengukur selisihnya antara massa sampel awal sebelum perlakuan dan massa sampel akhir setelah perlakuan yang dibagi dengan volume sampel (gr/mm^3).

3.4.5 *Water Solubility* (Kelarutan Air)

Water solubility (kelarutan air) adalah berkurangnya massa karena partikel dalam sampel terlepas bersama dengan keluarnya air ketika dilakukan pengeringan menggunakan desikator. Perhitungan menggunakan metode *weight loss method* selama 1,7, 14, dan 21 hari dengan mengukur selisihnya antara massa sampel selama periode perlakuan dengan massa konstan akhir sampel yang dibagi dengan volume sampel (gr/mm^3).

3.5 Sampel Penelitian

Sampel dibuat dengan diameter 5 mm dan tinggi 3 mm. Jumlah kelompok dalam penelitian ini adalah 4 kelompok sebagai berikut :

Tabel 2. Pembagian Kelompok Sampel

	SIK	SIK + BSIG
Perendaman pH 3	K1	P1
Perendaman pH 7	K2	P2

Besar sampel pada penelitian ini dihitung menggunakan rumus indeks Federer (lampiran 2), didapatkan jumlah sampel minimal tiap kelompok adalah 6. Penelitian ini menggunakan 7 sampel sehingga jumlah sampelnya adalah 28 sampel.

3.6 Alat dan Bahan

(Lampiran 2)

3.7 Metode Penelitian

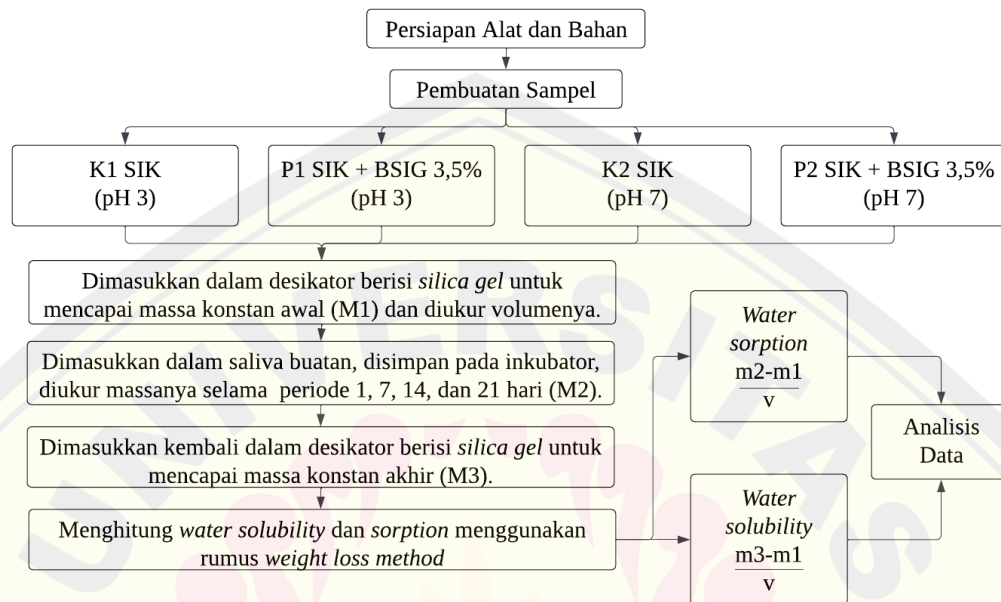
Sampel berbentuk tablet dengan ukuran 5x3 mm. Sampel K1 dan K2 dibuat dengan mencampur bubuk SIK (0,2347 gram) dan cairan SIK (0,069 gram). Sampel P1 dan P2 dibuat dengan bubuk SIK (0,2265 gram) ditambahkan dengan BSIG (0,0082 gram), lalu dicampurkan cairan SIK (0,069 gram). Manipulasi secara manual dengan gerakan melipat selama 25 detik hingga mendapatkan konsistensi yang tepat (*puttylike* dan *glossy*).

Sampel dimasukkan kedalam wadah tertutup berisi aquades selama 24 jam untuk menghentikan polimerisasi dan diletakkan pada inkubator bersuhu 37°C. Kemudian sampel dimasukkan kedalam desikator berisi *silica gel* selama 2 jam untuk mencapai massa konstan. Sampel diukur diameter dan tingginya menggunakan jangka sorong untuk mendapatkan volume dan ditimbang massa konstannya menggunakan timbangan analitik untuk mendapatkan nilai M1.

Sampel dimasukkan kedalam wadah tertutup berisi saliva buatan sesuai dengan kelompoknya dan diletakkan pada inkubator bersuhu 37°C. Sampel dikeluarkan sesuai periode (1, 7, 14, dan 21 hari), dikeringkan menggunakan *drying paper*, dan ditimbang massanya untuk mendapatkan nilai M2. Setelah hari ke-21, sampel dimasukkan kedalam desikator berisi *silica gel* dan ditimbang massa

konstannya untuk mendapatkan nilai M_3 . Hasil pengukuran diolah menggunakan rumus *weight loss method* untuk mendapatkan nilai *water sorption* dan *solubility*.

3.8 Alur Penelitian



Gambar 3. Alur Penelitian

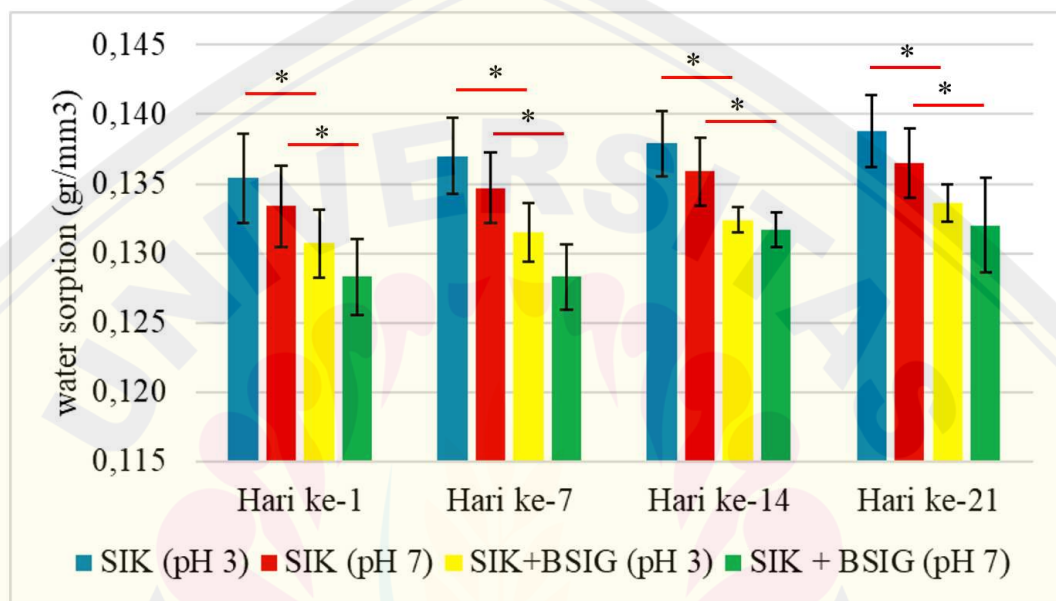
3.9 Analisis Data

Data hasil penelitian diuji normalitas (*Saphiro-Wilk*) dan homogenitas (*Levene Test*). Apabila data terdistribusi normal ($p > 0,05$), maka dilanjutkan dengan uji *Two Way Anova* untuk membandingkan perbedaan rata-rata antar kelompok yang dipengaruhi oleh 2 variabel bebas dan dilakukan *post hoc test* dengan uji *Least Significant Difference* (LSD) untuk mengetahui kelompok yang memiliki perbedaan bermakna. Namun, apabila data tidak berdistribusi normal dan tidak homogen, maka analisis data menggunakan uji nonparametrik yaitu uji *Kruskal Wallis* kemudian dilakukan uji *Mann-Whitney*.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

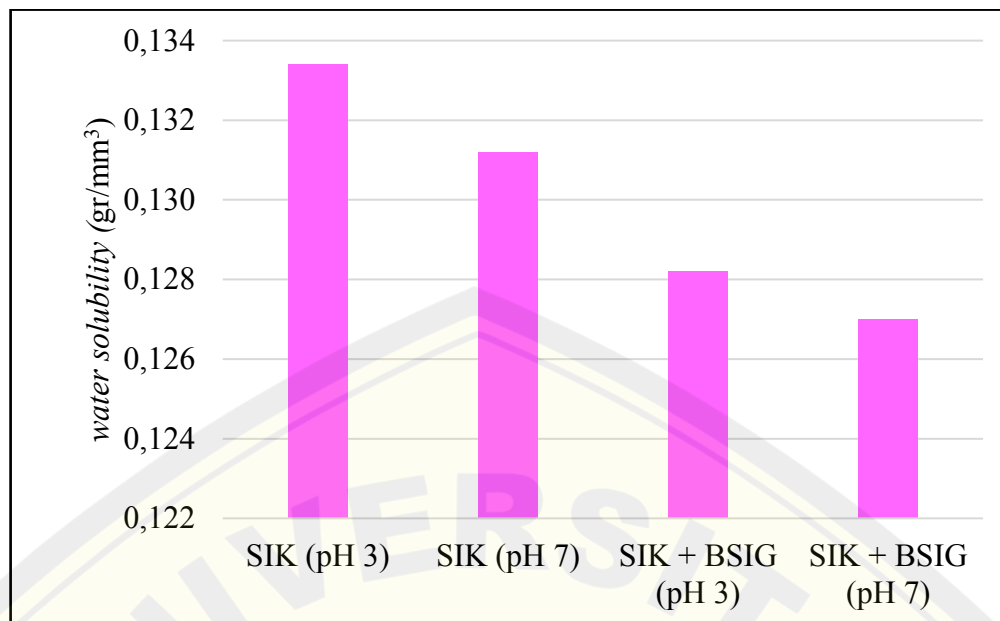
4.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data rata-rata *water sorption* dan *solubility* masing-masing sampel (Lampiran 4), dapat dilihat pada diagram berikut.



Gambar 4. Hasil Pengukuran *Water Sorption*

Gambar 4 menunjukkan bahwa *water sorption* kelompok SIK tanpa BSIG lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan SIK+BSIG. Peningkatan *water sorption* terjadi seiring bertambahnya periode perendaman dengan nilai tertinggi pada kelompok SIK pH 3 hari ke-21 dan terendah pada kelompok SIK+BSIG pH 7 hari ke-1. Selain itu, nilai *water sorption* pada kondisi pH 3 lebih tinggi dibandingkan dengan pH 7.



Gambar 5. Hasil Pengukuran *Water Solubility*

Gambar 5 menunjukkan bahwa penambahan BSIG dapat menurunkan *water solubility* dari SIK. Nilai *water solubility* pada kondisi pH 3 lebih tinggi dibandingkan dengan pH 7. Kelompok SIK pH 3 mempunyai nilai *water solubility* tertinggi dan terendah pada kelompok SIK+BSIG pH 7.

4.2 Hasil Analisis Data

Hasil uji normalitas menggunakan *Saphiro-wilk* menunjukkan bahwa data terdistribusi normal dengan nilai $p > 0,05$ (Lampiran 4). Hasil uji homogenitas menggunakan *Levene Test* menunjukkan bahwa data homogen dengan nilai $p > 0,05$ (Lampiran 4). Selanjutnya dilakukan uji *Two Way Anova* karena data terdistribusi normal dan homogen. Hasil analisis dengan *Two Way Anova* menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,05$ (sig. 0,000) artinya nilai *water sorption* dan *solubility* memiliki perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan sehingga dapat dilanjutkan dengan uji *Least Significant Difference (LSD)* untuk mengetahui lebih lanjut mengenai perbedaan nilai *water sorption* dan *solubility* antar kelompok.

Tabel 3. Hasil Uji *Least Significant Difference* (LSD)

	K1, D1	K1, D7	K1, D14	K1, D21	K1, Sol	K2, D1	K2, D7	K2, D14	K2, D21	K2, Sol
P1, D1	0,001*									
P1, D7	0,004*	0,000*								
P1, D14	0,028*	0,003*	0,000*							
P1, D21	0,180	0,038*	0,002*	0,000*						
P1, Sol	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*					
P2, D1	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*				
P2, D7	0,001*	0,000*	0,000*	0,000*	0,059	0,062	0,005*			
P2, D14	0,006*	0,001*	0,000*	0,000*	0,192	0,198	0,027*	0,002*		
P2, D21	0,012*	0,001*	0,000*	0,000*	0,287	0,296	0,049*	0,005*	0,001*	
P2, Sol	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,002*

*. The mean difference is significant at the 0,05 level.

Hasil uji LSD menunjukkan bahwa kelompok kontrol dan perlakuan dengan pH serta periode yang sama memiliki nilai *water sorption* dan *solubility* yang berbeda secara signifikan dapat dilihat pada tabel diatas. Hasil uji LSD yang tidak signifikan dikarenakan hubungan antar kelompok tersebut tidak diperhitungkan dalam analisis.

4.3 Pembahasan

Kemampuan adaptasi bahan restorasi gigi terhadap kondisi intraoral sangat penting untuk menentukan jangka waktu ketahanan restorasi. Ketahanan jangka panjang SIK dipengaruhi oleh *water sorption* dan *solubility* karena dapat berdampak pada sifat mekaniknya. *Water sorption* dan *solubility* dari bahan restorasi juga dapat memiliki dampak signifikan terhadap keberhasilan perawatan apabila tidak diperhatikan. (Bhatia *et al.*, 2017; Hadi, 2020; Jaiswal *et al.*, 2022; Neslihan *et al.*, 2021).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *water sorption* dan *solubility* kelompok sampel SIK dengan penambahan nanopartikel BSIG (P1, P2) lebih rendah dibandingkan dengan kelompok tanpa penambahan nanopartikel BSIG (K1, K2). Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan *Two Way Anova*, terdapat perbedaan bermakna pada nilai *water sorption* antara kedua kelompok tersebut. Hal

ini diduga terjadi karena kandungan hidroksiapatit (HAp) pada BSIG dapat berikatan kuat dengan SIK. HAp akan membentuk banyak jembatan garam dan struktur ikatan silang ketika teradsorpsi oleh matriks SIK. Selanjutnya mineral ini juga akan mengisi celah partikel SIK. Proses tersebut dapat meningkatkan kepadatan serta mengurangi porositas SIK. Semakin padat ikatan silang pada SIK maka partikel dari material tersebut akan tidak mudah terlepas, sehingga ketika berkontak dengan cairan atau air maka *water sorption* dan *solubility*-nya menurun.

Mekanisme reaksi antara HAp dalam BSIG dan SIK mirip dengan adhesi antara SIK dan struktur gigi. Interaksi tersebut memungkinkan terjadinya reaksi asam-basa antara bubuk SIK yang ditambahkan nanopartikel BSIG dengan cairan SIK (Sakaguchi *et al.*, 2018). Temuan ini didukung penelitian sebelumnya oleh Lima, *et al* (2018) bahwa sifat *water sorption* dan *solubility* tidak dipengaruhi oleh jenis semen, konvensional maupun modifikasi resin, tetapi dipengaruhi oleh komposisinya. Oleh karena itu, penambahan nanopartikel BSIG dapat mempengaruhi hasil *water sorption* dan *solubility* karena terdapat perbedaan komposisi.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa *water sorption* meningkat seiring bertambahnya periode perendaman. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya di mana terdapat perbedaan signifikan antara nilai *water sorption* pada seluruh periode perendaman. Semakin lama waktu perendaman *water sorption* akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena sifat dasar yang dimiliki oleh SIK yaitu hidrofilik sehingga dapat menyerap cairan dan ketika dilakukan perendaman dalam durasi yang lama akan menghasilkan peningkatan massa SIK yang menyebabkan terjadinya *water sorption* sehingga mengindikasikan terjadinya *water solubility*. Semakin lama terpapar oleh cairan, sampel dengan kemampuan hidrofilik kuat akan semakin banyak menyerap dan menyebabkan ion dalam struktur bahan terlarut (Jamel, 2020; Mousavinasab & Meyers, 2019).

Salah satu faktor yang berkontribusi terhadap sifat hidrofilik SIK adalah ion flour dengan proses *water sorption* dan berdampak pada *solubilitas*-nya. Ion fluor akan mudah terlepas ketika bahan SIK berkontak dengan saliva. Pada awal pengaplikasian SIK biasanya menunjukkan *water sorption* dan *solubility* yang

tinggi, karena ion flour bergerak bebas dan terlepas akibat tidak berikatan dengan ion lain dalam proses pengerasan SIK. Pelepasan flour dari SIK terbagi dalam 2 mekanisme, yaitu jangka pendek dan jangka panjang. Reaksi jangka pendek berkaitan dengan reaksi awal karena proses maturasi setelah *setting time* selama 24 jam sedangkan reaksi jangka panjang terjadi setelah SIK *setting*. Pelepasan ion flour lebih rendah dan stabil setelah SIK *setting* karena ion flour hanya keluar dengan proses difusi melalui celah partikel SIK. Oleh karena itu akan berhubungan dengan nilai *water sorption* dan *solubility*-nya. (Özveren *et al.*, 2021).

Selain durasi perendaman, *water sorption* dan *solubility* juga dipengaruhi oleh pH cairan perendaman. Dalam penelitian ini terlihat bahwa pH asam menyebabkan *water sorption* dan *solubility* yang lebih tinggi dibandingkan dengan dengan pH netral. Hal ini disebabkan karena pH asam meningkatkan pelepasan ion hidrogen dibandingkan dengan pH netral (Ridhani *et al.*, 2021). Pada saliva asam, ion hidrogen memecah ikatan dan melepaskan ion-ion ke sekitarnya. Semakin rendah pH, kandungan ion hidrogen didalamnya semakin banyak sehingga menyebabkan banyak ikatan pada bahan restorasi terganggu karena digantikan oleh ion hidrogen yang terkandung didalamnya. Kontak antara SIK dengan saliva menyebabkan terjadinya degradasi hidrolisis. Degradasi hidrolisis dapat menyebabkan terbentuknya retakan kecil berukuran mikro atau *microcrack*, sehingga akan meningkatkan kadar ion hidrogen yang berdifusi kedalam SIK. Hal ini mengakibatkan cairan akan lebih mudah masuk ke dalam SIK, sehingga nilai *water sorption* meningkat. Semakin banyak cairan masuk, semakin banyak juga ion logam yang ikut terlepas ketika cairan berdifusi keluar dan merusak ikatan Si–O–Si sehingga nilai *solubility*nya menjadi tinggi (Eriwati *et al.*, 2020; Singer *et al.*, 2020).

SIK dalam saliva pH 7 juga mengalami peningkatan massa meskipun menghasilkan nilai lebih rendah. Hal ini disebabkan karena sifat sensitivitas SIK terhadap air (Sikka & Brizuela, 2023). Faktor lain yang menyebabkan pH 7 dapat menyerap air adalah pelepasan flour dari SIK. Ion flour yang terlepas akan bergabung dalam cairan perendaman dapat menjadikan pH dari cairan tersebut semakin asam. Dalam hal ini jika cairan perendaman mengandung flour dan pH-

nya menurun maka akan berhubungan dengan meningkatnya nilai *water sorption* dan *solubility*-nya (Ridhani *et al.*, 2021).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ukuran nanopartikel BSIG berpengaruh pada perbaikan sifat dari SIK. Penelitian ini menggunakan BSIG yang berukuran lebih kecil dari SIK (10 μ m), yaitu 51,77 nm terbukti dapat mengisi celah antar partikel menjadikan SIK semakin padat dan menyebabkan BSIG teradsorpsi dengan baik pada SIK sehingga dapat mengurangi tingkat *water sorption* dan *solubility* SIK. (Cahyanissa *et al.*, 2022; Wulandari *et al.*, 2023).



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penambahan nanopartikel bubuk sisik ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) menurunkan nilai *water sorption* dan *solubility* semen ionomer kaca pasca perendaman dalam saliva buatan pH 3 dan 7.

5.2 Saran

- 5.2.1 Penimbangan sampel sebaiknya dilakukan menggunakan timbangan analitik yang stabil.
- 5.2.2 Penimbangan bubuk sampel ketika dimasukkan kedalam *mikrotube* sebaiknya dilakukan dalam satu waktu (setelah BSIG langsung SIK tanpa dinol-kan).
- 5.2.3 Perlu memberikan batasan pembuatan sampel harian (maksimal 16 sampel) untuk menghindari kelelahan ketika pengadukan manual.
- 5.2.4 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan metode pengadukan SIK otomatis.
- 5.2.5 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai SIK dengan penambahan nanopartikel BSIG dibandingkan dengan bahan restorasi lain.
- 5.2.6 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai SIK dengan penambahan nanopartikel BSIG terhadap efeknya pasca perendaman pH kritis 5,5.
- 5.2.7 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai SIK dengan penambahan nanopartikel BSIG terhadap pengaruhnya dengan matriks dentin dan pulpa.
- 5.2.8 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai SIK dengan penambahan nanopartikel BSIG terhadap sitotoksitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Almuhaiza, M. (2016). Glass-ionomer cements in restorative dentistry: A critical appraisal. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 17(4), 331–336.
- Aulia, D. F. (2023). *Pengaruh Perendalam dalam Saliva Buatan pH 7 terhadap Kekuatan Tekan Semen Ionomer Kaca dengan Penambahan Bubuk Sisik Ikan Gurami (Osphronemus gouramy) Nanopartikel* [Final Thesis Faculty of Dentistry]. In *Repository Universitas Jember*. Universitas Jember.
- Bhatia, H. P., Singh, S., Sood, S., & Sharma, N. (2017). A Comparative Evaluation of Sorption, Solubility, and Compressive Strength of Three Different Glass Ionomer Cements in Artificial Saliva: An in vitro Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 10(1), 49–54.
- Cahyanissa, K., Dewanti, E. W., & Dewanti, I. D. A. R. (2022). Tensile Strength of Glass Ionomer Cement (GIC) After Addition of Gourami Fish Scales Powder Nanoparticles. In *Proceeding International Conference and Dental Exhibition (ICoDE) 2022* (p. 139).
- Dewanti, I. D. A. R., Lestari, P., Purwanto, & Wulandari, E. (2020). Bones, scales of *Upeneus sulphureus* and *Osphronemus gouramy* increase adhesion and decrease IL-1 β expression on monocytes against *Streptococcus mutans*. *Annals of Tropical Medicine and Public Health*, 23(8).
- Dewanti, I. D. A. R., Firdausya, D. A., Mantika, S. I., Amalia, A. Fi., Rifqoh, Z. T., & Wulandari, E. (2022). Marginal gap, Compressive Strength And Bacterial Inhibition Of Gurami Fish (*Osphronemus gouramy*) Scales Powder. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)*, 21(1), 53–59.
- Farahdillah, Triaminingsih, S., & Eriwati, Y. K. (2017). The effect of salivary pH on diametral tensile strength of resin modified glass ionomer cement coated with coating agent. *Journal of Physics: Conference Series*, 884(1).

- Giti, R., Vojdani, M., Abduo, J., & Bagheri, R. (2016). The Comparison of Sorption and Solubility Behavior of Four Different Resin Luting Cements in Different Storage Media. *J Dent Shiraz Univ Med Sci*, 17(2), 91–97.
- Gugoasa, I. A., Vasiliu, S., Racovita, S., Guoasa, I., Lungan, M. A., Popa, M., & Desbrieres, J. (2021). The Benefits of Smart Nanoparticles in Dental Applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 5, 2585.
- Hadi, M. R. (2020). Effect of Increased Fluoride Contents on Fluoride Release from Glass Ionomer Cements. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(2), 440–443.
- Jaiswal, S., Kusumitha, P., Alla, R. K., Guduri, V., Ramaraju, A., & Sajjan, S. M. (2022). Solubility of Glass Ionomer Cement in Various Acidic Beverages at Different Time Intervals: an in Vitro study. *International Journal of Dental Materials*, 04(04), 78–81.
- Jamel, R. S. (2020). Evaluation of Water Sorption and Solubility of Different Dental Cements at Different Time Interval. *International Journal of Dental Sciences and Research*, 8(3), 62–67.
- Krisdiantita, M. (2023). Pengaruh Penambahan Bubuk Sisik Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) Nanopartikel Terhadap Kekuatan Tekan Semen Ionomer Kaca yang direndam Minuman Berkarbonasi [Final Thesis Faculty of Dentistry]. In *Repository Universitas Jember*. Universitas Jember.
- Krisyudhanti, E., Gigi, K., & Kupang, K. (2017). Penyerapan Air Dan Kelarutan Bahan Semen Ionomer Kaca Sebagai Penutup Pit Dan Fisur Gigi Water Absorption and Solubility of Glass Ionomer Cement as a Cover for Pit and Tooth Physical. *Jurnal Info Kesehatan*, 15(2), 254–266.
- Kusuma Eriwati, Y., Dhiaulfikri, M., & Herda, E. (2020). Effect of Salivary pH on Water Absorption and Solubility of Enhanced Resin- Modified Glass Ionomer Enhanced Resin- Modified Glass Ionomer. *Journal of Dentistry Indonesia*, 27(3), 164–169.

- Langen, E. N., Rumampuk, J. F., & Leman, M. A. (2017). Pengaruh Saliva Buatan dan Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap Kekerasan Resin Komposit Nano Hybrid. *Pharmacon*, 6(1), 9–15.
- Lima, R. B. W. e, FARIAS, J. F. G. de, Andrade, A. K. M., Silva, F. D. S. da C. M. e, & Duarte, R. M. (2018). Water Sorption and Solubility of Glass Ionomer Cements Indicated for Atraumatic Restorative Treatment Considering the Time and the pH of the Storage Solution. *RGO, Rev Gaúch Odontol*, 66(1), 29–34.
- Moheet, I. A., Luddin, N., Rahman, I. A., Masudi, S. M., Kannan, T. P., & Ghani, N. R. N. A. (2020). Novel nano-hydroxyapatite-silica-added glass ionomer cement for dental application: Evaluation of surface roughness and sol-sorption. *Polymers and Polymer Composites*, 28(5), 299–308.
- Mousavinasab, S. M., & Meyers, I. (2019). Fluoride Release by Glass Ionomer Cements, Compomer and Giomer. *Dental Research Journal*, 6(2), 75–81.
- Neslihan, Baltaci, E., & Kara, S. B. (2021). Effect of Mouthrinses on Water Sorption and Solubility of Flouride-Releasing Restorative Materials. *Bezmialem Science*, 9(1), 68–74.
- Özveren, N., Baltaci, E., & Batur Kara, S. (2021). Effect of Mouthrinses on Water Sorption and Solubility of Flouride-Releasing Restorative Materials. *Bezmialem Science*, 9(1), 68–74.
- Ridhani, M. I., Erlita, I., & Elsa, Y. (2021). Pelepasan Ion Kalsium pada Resin Komposit Bioaktif setelah direndam Minuman Probiotik dan Sari Buah Jeruk. *Dentin Jurnal Kedokteran Gigi*, 4(1), 59–64.
- Sikka, N., & Brizuella, M. (2023). Glass Ionomer Cement. In *StatPearls Publishing*.
- Singer, L., Bierbaum, G., Kehl, K., & Bourauel, C. (2020). Evaluation of the Flexural Strength, Water Sorption, and Solubility of a Glass Ionomer Dental Cement Modified Using Phytomedicine. *Materials*, 13(23), 1–14.

Sulistian, A. (2017). *Sifat Daya Serap dan Kehilangan Berat Glass Ionomer Cement Tambahan 0,04 WT% Bioactive Glass Nano Silica dari Abu Ampas Tebu pada Saliva Buatan* [Final Thesis Faculty of Dentistry]. In *Repository Universitas Jember*. Universitas Jember.

Tridhar, N. A. (2016). Perbandingan Produksi Kolagen dari Sisik Ikan dan Tulang Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) secara Kimia dan Enzimatis. *Artikel Teknologi Pangan UNPAS*, 15.

Wulandari, E., Penga, Y. M., Endah, P., Indriana, T., & Dewanti, I. D. A. R. (2023). Antibacterial Activity of Nano-Sized Gourami Fish Scales Powder (*Osphronemus Gourami*) Added to Conventional Glass Ionomer Cement. *International Journal of Medical Science and Clinical Research Studies*, 03(04), 679–683.

Wulandari, E., Ramadhani, A., Sumono, A., Nugroho, R., Supriyadi, & Dewanti, I. D. A. R. (2023). Depth of Porosity of Glass Ionomer Cement with the Addition of Nano-Sized Gourami Scale Powder. *International Journal of Medical Science and Clinical Research Studies*, 03(11), 2631–2635.

Wulandari, E., Wardani, F. R. A., Fatimattuzahro, N., & Dewanti, I. D. A. R. (2022). Addition of gourami (*Osphronemus goramy*) fish scale powder on porosity of glass ionomer cement. *Dental Journal*, 55(1), 33–37.

LAMPIRAN

Lampiran 1. [Prosedur Pembuatan, Manipulasi dan Perlakuan Sampel](#)

Lampiran 2. [Perhitungan Besar Sampel, Alat dan Bahan Penelitian](#)

Lampiran 3. [Surat Izin Penelitian](#)

Lampiran 4. [Data Rata-Rata Penyerapan dan Kelarutan Masing-Masing Sampel](#)

Lampiran 5. [Hasil Analisis Data](#)

