

**EFEKTIVITAS APLIKASI EKSTRAK ALGA COKLAT
(*Sargassum* sp.) PADA SISTEM ADHESIF
UNIVERSAL SATU TAHAP SETELAH
BLEACHING INTRAKORONAL**

TESIS



Oleh:

ARYUNI ABD. GAFFAR

J025202004

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

TESIS

**EFEKTIVITAS APLIKASI EKSTRAK ALGA COKLAT
(*Sargassum* sp.) PADA SISTEM ADHESIF
UNIVERSAL SATU TAHAP SETELAH
BLEACHING INTRAKORONAL**

ARYUNI ABD. GAFFAR

J025202004



**Tesis Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Spesialis Konservasi Gigi**

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS

PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2023

**EFEKTIVITAS APLIKASI EKSTRAK ALGA COKLAT
(*Sargassum* sp.) PADA SISTEM ADHESIF
UNIVERSAL SATU TAHAP SETELAH
BLEACHING INTRAKORONAL**

TESIS

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memenuhi Gelar Profesi
Spesialis Bidang Konservasi Gigi**

Disusun dan Diajukan Oleh :

ARYUNI ABD. GAFFAR

J025202004

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS

PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2023

Telaah PENGESAHAN TESIS Tesis

**EFEKTIVITAS EKSTRAK ALGA COKLAT (*Sargassum* sp.)
PADA SISTEM ADHESIF *UNIVERSAL* SATU TAHAP
SETELAH *BLEACHING* INTRAKORONAL**

Diajukan oleh:

ARYUNI ABD. GAFFAR

J025202004

Telah disetujui,

Makassar, Agustus 2023

Pembimbing I

Dr. drg. Aries Chandra Trijaksana, Sp.KG Subsp. KE(K)
NIP. 19760327 200212 1 001

Pembimbing II

Dr. drg. Hafsa Katu, M.Kes
NIP. 19601212 199412 2 001

Ketua Program Studi
Pendidikan Dokter Gigi Spesialis
Konservasi Gigi

drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D, Sp.KG Subsp. KR(K)
NIP. 19640518 199103 2 001

Dekan
Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin

drg. Irfan Sugianto, M.Med.Ed., Ph.D
NIP. 19810215 200801 1 009



TELAH DIUJI OLEH PANITIA TESIS

PADA TANGGAL, 31 MEI 2023

PANITIA PENGUJI TESIS

Ketua : Dr. drg. Aries Chandra Trilaksana, Sp.KG, Subsp.KE(K)

Anggota : Dr. drg. Hafsa Katu, M.Kes

drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D, SpKG Subsp,KR(K)

Dr.drg. Juni Jekti Nugroho, Sp.KG Subsp.KE(K)

Dr. drg. Nurlindah Hamrun, M. Kes.

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi



Nurhayaty
drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D, Sp.KG, Subsp.KR(K)
NIP. 19640518 199103 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aryuni Abd. Gaffar

Nomor Mahasiswa : J025 202 004

Program Studi : Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis
Bidang Studi Konservasi Gigi

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa tesis yang saya tulis ini merupakan karya sendiri, bukan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Agustus 2023

Yang menyatakan,



Aryuni Abd. Gaffar

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamualaikum wr. wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas kehendak, berkat dan rahmat hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Efektifitas Aplikasi Ekstrak Alga Coklat (*Sargassum* sp.) pada Sistem Adhesif *Universal* Satu Tahap setelah *Bleaching* Intrakoronar”.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. **Drg.Irfan Sugianto M.Med.Dent, Ph.D** sebagai Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin atas kesempatan yang diberikan untuk mengikuti Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi Universitas Hasanuddin Makassar.
2. **Dr. drg. Juni Jekti Nugroho Sp.KG, Subsp.KE(K)**, sebagai Wakil Dekan 2 Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin, Kepala Departemen Konservasi Gigi dan sekaligus dosen yang telah menguji seminar hasil tesis serta telah membimbing dan memberi dukungan kepada penulis selama menempuh Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi.
3. **drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D, Sp.KG, Subsp.KR(K)** sebagai Ketua Prodi Konservasi Gigi Universitas Hasanuddin sekaligus dosen yang telah menguji seminar hasil tesis serta mendukung penuh penulis selama menjalani studi di Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi Universitas Hasanuddin Makassar
4. **Dr. drg. Aries Chandra Trilaksana, Sp.KG Sub.KE(K)** sebagai Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga, dalam memberikan arahan, masukan serta dukungan dalam menyelesaikan penelitian ini.
5. **Dr. drg. Hafsah Katu, M.Kes** sebagai Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga, dalam memberikan arahan, masukan serta dukungan dalam menyelesaikan penelitian ini.
6. **Dr. drg. Nurlindah Hamrun, M.Kes** sebagai penguji yang telah memberikan bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.


7. **drg. Christine A Rovani, Sp.KG, Subsp.KR(K), drg. Wahyuni Suci Dwiandhany, Ph.D, Sp.KG, Subsp. KR(K), drg. Noor Hikmah, M.KG, Sp.KG, Subsp.KE(K), dan drg. Afniati Rachmuddin Sp.KG** sebagai dosen yang selalu memberikan bimbingan dan masukan selama Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi.
8. Sahabat tersayang, residen Konservasi Gigi angkatan 12 (**Ni Putu Sartika Sukma Putri, Sakiya Mustainah, Risnawati, Sari Arianti Ali dan Febrianty Alexes Siampa**), terima kasih untuk kebersamaan, kekompakan dalam suka dan duka yang dilalui selama menjalani proses pendidikan.
9. **Pak Edi** sebagai Staf Laboratorium Metalurgi Fisik, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan masukan dan bantuan selama proses penelitian berlangsung. **Pak Abdillah** sebagai staf Laboratorium Fitokimia Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin, **Pak Dian** staf Laboratorium Farmasi Universitas Hasanuddin, **Pak Bambang dan Pak Talle** staf Laboratorium lantai 2 Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin serta petugas Rumah Pemotongan Hewan (RPH) Pamolongang Antang Makassar , yang membantu selama penelitian.
10. Teman seperjuangan penelitianku **Nurlaela Tahir** yang telah melalui suka dan duka bersama selama penelitian, senior angkatan 11 yang super hebat serta rekan residen kami yang turut membantu dalam mencabut gigi *Bovine* angkatan 13, 14 dan 16 **M. Janur Ihsan, Chandra Nugraha, Irfan, F4 Konservasi (Rangga, Ammar, Hendra dan Randy)** dan angkatan 15 yang turut andil dalam kelancaran prosesi seminar hasil kami. Kalian luar biasa.
11. Adik S1 **Arkan, Dinda, Sasa dan Nita** yang turut serta membantu penelitian penulis.
12. Terkhusus kepada:
 - a. Suami tercinta, partner hidup abadi, **Armin Darmawan, ST, MT**, terima kasih atas segala doa, dukungan lahir dan batin serta kesabarannya selama penulis menuntut ilmu.
 - b. Anak-anakku tercinta, **Ahmad Hafidz Al-Fatih Darmawan, Ahmad Hanif Darmawan, dan Ahmad Halim Darmawan**, atas pengertian, keceriaan, doa, kesabaran dan dukungannya selama bunda menempuh pendidikan.

c. Orangtua tercinta, Bapak **Ir. H. Abdul Gaffar Marola**, Ibu **dr. Hj. Intihani Abdullah**, terima kasih yang tak terhingga, atas segala doa, dukungan dan penuh kesabaran telah menemani cucu -cucu tersayang selama penulis menjalani pendidikan.

d. Saudari penulis, **drg. Arifa Abd.Gaffar dan apt. Azimah Gaffar, S. Farm**, dan adik ipar yang hebat **dr. Irwan Ashari, M.Med.Ed**, terima kasih atas doa dan dukungan kepada penulis selama ini.

Akhirnya dengan penuh kesadaran dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya serta penghargaan kepada semua pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu dan semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat, ridha dan karunia-Nya kepada kita semua dan berkenan menjadikan tesis ini bermanfaat.

Makassar, 22 Agustus 2023



Aryuni Abd. Gaffar

ABSTRAK

ARYUNI ABD. GAFFAR: Efektivitas Ekstrak Alga Coklat (*Sargassum Sp*) pada Sistem Adhesif Satu Tahap setelah *Bleaching* Intrakoronar

(Dibimbing oleh: **Aries Chandra Trilaksana, Hafsah Katu**)

Latar belakang: *Bleaching* merupakan perawatan konservatif dan efektif pada gigi yang mengalami diskolorasi. Sisa radikal bebas dari bahan *bleaching* yang masih tersisa di dalam tubulus dentin dapat mengganggu polimerisasi resin komposit sehingga dapat mempengaruhi *tensile bond strength*. Alga coklat (*Sargassum Sp*) merupakan bahan alam yang mengandung senyawa fenolik, berpotensi sebagai antioksidan untuk menghilangkan radikal bebas. **Tujuan:** Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas ekstrak alga coklat (*Sargassum Sp*) pada sistem adhesif satu tahap setelah *bleaching* intrakoronar. **Metode:** Penelitian *eksperimental laboratory* dengan desain *post test with control group*. 27 gigi *bovine* dipotong pada area *cementoenamel junction* kemudian diaplikasikan hidrogen peroksida 40% selama 24 jam. Gigi kemudian dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu kelompok 1 (ekstrak alga coklat 100%) 9 gigi yang diaplikasikan bahan *bleaching* intrakoronar dan ekstrak alga coklat, kelompok 2 (Non alga coklat) 9 gigi yang diaplikasikan bahan *bleaching* intrakoronar tanpa aplikasi ekstrak alga coklat, Kelompok 3 (setelah perendaman larutan saliva buatan 14 hari) 9 gigi yang diaplikasikan bahan *bleaching* intrakoronar lalu direndam dan disimpan selama 14 hari. Permukaan dentin direstorasi dengan komposit setebal 10 mm, kemudian dilakukan uji *tensile bond strength* menggunakan *Universal Testing Machine*. **Hasil:** Rerata *tensile bond strength* yang tertinggi adalah kelompok 1 (ekstrak alga coklat 100 %) dan yang terendah pada kelompok 2 (non alga coklat). *Tensile bond strength* kelompok 1 (ekstrak alga coklat 100 %) secara signifikan lebih tinggi daripada kelompok 2 (non alga coklat) dan kelompok 3 (setelah perendaman larutan saliva buatan 14 hari). **Kesimpulan:** Hasil penelitian ini diperoleh *tensile bond strength* pada sampel kelompok 1 (ekstrak alga coklat 100%) memiliki nilai yang lebih tinggi secara signifikan dibandingkan kelompok 2 (non alga coklat) dan kelompok 3 (setelah perendaman larutan saliva buatan 14 hari). Ekstrak alga coklat (*Sargassum Sp*) efektif meningkatkan *tensile bond strength* bila digunakan bersama sistem adhesif universal satu tahap setelah *bleaching* intrakoronar.

Kata kunci: Ekstrak alga coklat, *Bleaching*, *Tensile bond strength*

ABSTRACT

ARYUNI ABD. GAFFAR : Effectiveness of Brown Algae Extract (*Sargassum Sp*) in one-step universal adhesive system after intracoronal bleaching

(Supervised by: **Aries Chandra Trilaksana, Hafsa Katu**)

Background: Bleaching is a conservative and effective treatment for discolored teeth. Residual free radical from bleaching agents that remain in the dentinal tubules can interfere with the polymerization of composite resins, thereby affecting tensile strength. bond strength. Brown algae (*Sargassum Sp*) is a natural ingredient that contains phenolic compounds which has the potential as antioxidant to remove free radical. **Objective:** This study was conducted to evaluate the effectiveness of brown algae extract (*Sargassum Sp*) in one-step universal adhesive system after intracoronal bleaching. **Methods:** Laboratory experimental research with post test with control group design. 27 bovine teeth were cut at the cemento-enamel junction area then 40% hydrogen peroxide was applied for 24 hours. Teeth were then divided into 3 groups, namely group 1 (100% brown algae extract), 9 teeth that were applied intracoronal bleaching agent and brown algae extract, group 2 (non-brown algae) 9 teeth that were applied intracoronal bleaching agent without brown algae extract application, Group 3 (after immersion of artificial saliva solution for 14 days) 9 teeth were applied intracoronal bleaching agent then immersed and stored for 14 days. The dentin surface was restored with a 10 mm thick composite, then a tensile bond strength test was performed using the Universal Testing Machine. **Results:** average the highest tensile bond strength was group 1 (100% brown algae extract) and the lowest was in group 2 (non-brown algae extract). Tensile bond strength of group 1 (100 % brown algae extract) was significantly higher than group 2 (non-brown algae extract) and group 3 (after immersion in 14 days artificial saliva solution). **Conclusion:** Tensile bond strength in samples of group 1 (100% brown algae extract) had a significantly higher value than group 2 (non-brown algae extract) and group 3 (after immersion in 14 days artificial saliva solution). Brown algae extract (*Sargassum Sp*) was effective in increasing tensile bond strength when used with one-step universal adhesive system after intracoronal bleaching.

Keywords: Brown algae extract, Bleaching, Tensile bond strength

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG.....	ii
HALAMAN JUDUL	ii
PENGESAHAN UJIAN TESIS.....	iii
PENETAPAN PANITIA PENGUJI TESIS	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.3.1 Tujuan Umum	3
1.3.2 Tujuan Khusus	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.4.1 Manfaat IPTEK.....	4
1.4.2 Manfaat Klinis.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Bleaching</i>	5
2.1.1 <i>Bleaching</i> Intrakoronar.....	5
2.1.2 Hidrogen Peroksida.....	6
2.2 Antioksidan	7
2.2.1 Alga Coklat (<i>Sargassum</i> sp.)	8
2.3 Bahan Adhesif.....	10
2.3.1 Generasi Adhesif <i>Universal</i>	10
2.3.2 Sistem Adhesif <i>Universal</i> Satu Tahap	13
2.4 Komposit Resin.....	15
2.4.1 Polimerisasi Komposit Resin.....	15

2.4.2 Ikatan Struktur Gigi dengan Komposit Resin	16
2.5 <i>Tensile Bond Strength</i>	17
BAB III KERANGKA PENELITIAN.....	20
3.1 Kerangka Teori	20
3.2 Kerangka Konsep.....	21
3.3 Hipotesis Penelitian.....	22
BAB IV METODE PENELITIAN	23
4.1 Persiapan Penelitian	23
4.1.1 Jenis Penelitian.....	23
4.1.2 Desain Penelitian	23
4.1.3 Waktu Penelitian.....	23
4.1.4 Lokasi Penelitian.....	23
4.1.5 Sampel Penelitian.....	24
4.1.6 Perhitungan Jumlah Sampel.....	24
4.1.7 Variabel Penelitian.....	26
4.1.8 Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	26
4.1.9 Alat dan Bahan Penelitian.....	27
4.2 Pelaksanaan Penelitian.....	29
4.2.1 Identifikasi Alga Coklat (<i>Sargassum Sp</i>).....	29
4.2.2 Pembuatan Ekstrak Alga Coklat (<i>Sargassum Sp</i>).....	30
4.2.3 Prosedur Kerja	30
4.2.3.1 Cara Pembuatan Sampel.....	30
4.2.3.2 Data.....	33
4.2.3.3 Alur Penelitian.....	33
BAB V HASIL PENELITIAN	35
BAB VI PEMBAHASAN.....	39
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
7.1. Kesimpulan	42
7.2. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
Lampiran	50

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

Istilah / Singkatan	Arti dan Keterangan
Mm	Milimeter
KAC	Kelompok alga coklat
KO	Kelompok non alga coklat
K14	Kelompok setelah direndam larutan saliva buatan 14 hari
Rpm	Revolution per minute
sp	Spesies
N	Newton
F	Beban yang diberikan
A ₀	Luas Penampang
g	Gram
SEA	Self -Etch Adhesive
Mpa	Megapascal
SD	Standard Deviasi
GDPM	Glycero-phosphate dimethacrylate
HEMA	2-hydroxyethyl methacrylate

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>OptibondTM Universal</i>	14
Gambar 2.2. A: <i>universal testing machine</i> ; B: Pengujian TBS spesimen pada UTM ...	18
Gambar 3.1. Kerangka teori penelitian	20
Gambar 3.2. Kerangka konsep penelitian	21
Gambar 4.1. Alur Penelitian	32
Gambar 5.1. Analisis <i>Tensile Bond Strength</i> (TSB) antara kelompok perlakuan	36

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Pabrik, komposisi, metode polimerisasi dari bahan adhesif dan komposit yang digunakan dalam penelitian ini	28
Tabel 5.1. Hasil uji normalitas untuk masing-masing kelompok	33
Tabel 5.2. Hasil uji beda nilai rata-rata dengan One-way Anova	34
Tabel 5.3. Perbandingan TBS (MPa) antara kelompok KAC dengan K0	34
Tabel 5.4. Perbandingan TBS (MPa) antara kelompok KAC dengan K14	35
Tabel 5.5. Perbandingan TBS (MPa) antara kelompok K14 dengan K0	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Analisis <i>Tensile Bond Strength</i> Restorasi Komposit.....	46
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian.....	48
Lampiran3. Rekomendasi Persetujuan Etik.....	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan terhadap perawatan estetik seperti *bleaching* pada diskolorasi gigi, baik pada gigi vital maupun non-vital telah meningkat secara signifikan dalam beberapa dekade terakhir (Alqahtani, 2014; Abdelkader, 2015). *Bleaching* termasuk perawatan *minimal intervention* dengan hasil yang maksimal, dan harga lebih murah (Izidoro, 2015; Torabinejad *dkk.*, 2020).

Prosedur *bleaching* terdiri atas ekstrakoronal yang dilakukan pada gigi vital, dan intrakoronal yang dilakukan pada gigi nonvital menggunakan bahan hidrogen peroksida konsentrasi 30%-40% (Perdigão, 2016). Bahan *bleaching* ini merupakan oksidator kuat dan mudah bercampur dengan air, alkohol, atau eter (Feiz *dkk.*, 2017).

Mekanisme kerja bahan *bleaching* adalah reaksi oksidasi reduksi. Bahan tersebut melepaskan radikal bebas yang sangat reaktif dan mampu berpenetrasi ke dalam struktur gigi melalui tubulus dentinalis mencapai molekul organik stain (Ozelin *dkk.*, 2014). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa radikal bebas yang masih tersisa di dalam matriks dentin dan kolagen setelah prosedur *bleaching* menghambat polimerisasi resin komposit. Residu hidrogen peroksida dapat mempengaruhi *tensile bond strength* restorasi komposit terhadap struktur gigi (Briso *dkk.*, 2014).

Pendekatan lain untuk menekan residu hidrogen peroksida setelah *bleaching*, diantaranya membuang lapisan pada permukaan enamel,

mengaplikasikan alkohol sebelum restorasi, menggunakan bahan adesif yang mengandung pelarut organik atau bahan antioksidan seperti ekstrak alga coklat yang diaplikasikan pada permukaan gigi yang telah *dibleaching* (Ismail *dkk*, 2017).

Alga coklat (*Sargassum* sp.) merupakan sumber daya hayati laut yang banyak tumbuh di perairan karang dan pantai di Indonesia, dan belum dimanfaatkan dengan maksimal. Tumbuhan ini mengandung senyawa bioaktif seperti *flavonoid*, *triterpenoids*, *polyphenols*, *chlorophyll*, *carotenoid* dan alkaloid yang merupakan sumber antioksidan alami (Pansing *dkk*, 2017; Hidayati *dkk*, 2019). Penelitian yang dilakukan oleh Aries Chandra Trilaksana dan Budhiyati menunjukkan bahwa alga coklat mampu mengurangi radikal bebas sampai 81,35%, (Aries chandra ,2022; Budhiyati *et al*, 2012).

Keberhasilan restorasi setelah prosedur *bleaching* tidak hanya dipengaruhi oleh sisa radikal bebas yang dihasilkan oleh bahan *bleaching* tetapi juga interaksi kimia antara struktur gigi yang telah *dibleaching* dengan bahan adhesif yang akan digunakan. Sistem adhesif terbaru yang digunakan saat ini yaitu sistem adhesif *universal self-etch*. Sistem adhesif ini mampu meningkatkan ikatan mekanis dan kimiawi antara struktur gigi dan bahan tambalan resin komposit dalam waktu singkat sehingga menciptakan *tensile bond strength* yang adekuat (Eko Fibryanto, 2020). Salah satu jenis sistem adhesif terbaru yakni sistem adhesif *universal* satu tahap. Sistem adhesif *universal* satu tahap menjadi pilihan karena mudah digunakan dan tidak ada resiko *overdry* (bisa digunakan dalam keadaan *moist*) (Pouyanfar *dkk.*,

2018).Sistem aplikasinya yang mudah menyebabkan bahan ini menjadi populer digunakan saat ini oleh para klinisi. (Sofan dkk, 2017).

Salah satu teknik untuk meningkatkan *tensile bond strength* setelah proses *bleaching* adalah mengaplikasikan antioksidan (Perdigao, 2016). Mengingat dampak radikal bebas terhadap gigi yang telah dilakukan *bleaching* maka perlu dilakukan penelitian tentang antioksidan dari bahan alami untuk mengurangi efek samping bahan kimia.

Berdasarkan uraian diatas, menarik minat penulis untuk meneliti tentang efektifitas ekstrak alga coklat (*Sargassum Sp.*) pada sistem adhesif *universal* satu tahap setelah *bleaching* intrakoronar.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana efektivitas ekstrak alga coklat (*Sargassum sp.*) pada sistem adhesif *universal* satu tahap setelah *bleaching* intrakoronar?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengevaluasi efektivitas ekstrak alga coklat (*Sargassum sp.*) pada sistem adhesif *universal* satu tahap setelah *bleaching* intrakoronar.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Menganalisis efektivitas ekstrak alga coklat (*Sargassum sp.*) pada sistem adhesif *universal* satu tahap setelah *bleaching* intrakoronar.

2. Menganalisis efektivitas aplikasi tanpa ekstrak alga coklat (*Sargassum* sp.) pada sistem adhesif *universal* satu tahap setelah *bleaching* intrakoronal.
3. Menganalisis efektivitas perendaman sampel gigi *bovine* dalam saliva buatan selama 14 hari terhadap *tensile bond strength* menggunakan sistem adhesif *universal* satu tahap setelah *bleaching* intrakoronal.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat IPTEK

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pengetahuan mengenai *tensile bond strength* menggunakan sistem adhesif *universal* satu tahap setelah aplikasi ekstrak alga coklat (*Sargassum Sp.*), tanpa alga coklat dan perendaman sampel gigi *bovine* dalam saliva buatan selama 14 hari setelah *bleaching* intrakoronal .

1.4.2 Manfaat Klinis

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi pengetahuan bagi dokter gigi dan dokter gigi spesialis konservasi gigi pada khususnya mengenai efektivitas ekstrak alga coklat (*Sargassum* sp.) terhadap *tensile bond strength* menggunakan sistem adhesif *universal* satu tahap setelah *bleaching* intrakoronal.
2. Sebagai penelitian lanjutan tentang pemanfaatan ekstrak alga coklat (*Sargassum Sp.*) setelah *bleaching* intrakoronal dalam bidang kedokteran gigi secara umum dan secara khusus dalam bidang konservasi gigi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Bleaching*

Bleaching termasuk perawatan untuk meningkatkan kecerahan warna gigi secara alami dengan menggunakan bahan tertentu yang dikontrol oleh dokter gigi. Prosedur *bleaching* terdiri atas ekstrakoronal yang dilakukan pada gigi vital, dan intrakoronal yang dilakukan pada gigi nonvital menggunakan bahan hidrogen peroksida konsentrasi 30%-40% (Perdigão, 2016).

Bleaching telah terbukti bermanfaat dengan beberapa pendekatan, namun pada sisi lain pendekatan ini dapat menimbulkan efek negatif tertentu seperti gigi sensitive, *pulp toxicity*, *microleakage*, *external root resorption*, perubahan struktur gigi, dan juga mengurangi kekuatan ikatan resin komposit pada struktur gigi (Feiz *dkk.*, 2017). Salah satu yang menimbulkan efek negatif yaitu reaksi oksidasi menghasilkan gelembung gas yang menghambat polimerisasi agen *bonding* sehingga mempengaruhi kekuatan ikatan email-resin (Hamama, 2013; Ozelin *dkk.*, 2014); Baia *dkk.*, 2020).

2.1.1 **Bleaching Intrakoronal**

Bleaching intrakoronal umumnya dilakukan pada gigi yang telah dilakukan perawatan endodontik dengan aplikasi hidrogen peroksida konsentrasi 35% atau natrium perborate. Bahan *bleaching* dimasukkan pada ruang pulpa dan berkontak dengan dentin (Perdigão 2016; Hargreaves *dkk.* 2016)).

2.1.2 Hidrogen Peroksida

Seperti diketahui bahwa hidrogen peroksida merupakan cairan bening, cenderung tidak stabil, tidak berbau, dan asam (Okroj *dkk*, 2018). Material *bleaching* ini juga merupakan oksidator kuat dan mudah bercampur dengan air, alkohol, atau eter. Karena sifat oksidatornya tinggi maka perlu kehati-hatian dalam penggunaan material tersebut. Ketika hidrogen peroksida dengan konsentrasi tinggi mengalami kontak dengan jaringan lunak dapat mengakibatkan luka bakar. Material ini juga dapat terurai bila berinteraksi dengan cahaya sehingga perlu ditempatkan pada area yang terlindung dan sejuk serta kedap cahaya (Hargreaves *dkk*, 2016). Beberapa peneliti lain telah menawarkan teknik lain untuk menekan efek negatif dari reaksi oksidasi peroksida termasuk penerapan *antioxidant agents* seperti natrium askorbat, asam askorbat, katalase, aseton, butil hidroksianisol atau obat kumur tertentu dengan *antioxidant activity* seperti natrium fluorida, klorheksidin dan minyak esensial, serta fotopolimerisasi dan pembilasan air (*water rinsing*)(Feiz *dkk.*, 2017).

Pendekatan lain untuk menekan residu hidrogen peroksida setelah *bleaching*, diantaranya membuang lapisan pada permukaan enamel, mengaplikasikan alkohol sebelum restorasi, menggunakan bahan adesif yang mengandung pelarut organik atau bahan antioksidan seperti sodium askorbat pada permukaan gigi yang telah *dibleaching* (Ismail *dkk*, 2017). Penggunaan antioksidan seperti sodium askorbat telah banyak diteliti dan menunjukkan bahwa efek negatif hidrogen peroksida dapat dinetralisir,

sehingga meningkatkan efisiensi waktu perawatan (Ferraz *dkk*, 2018; Ozkocak *dkk*, 2020).

Lebih jauh, pendekatan lain dalam menekan residu hidrogen peroksida yaitu dengan mengatur durasi waktu (menunggu beberapa waktu yang diestimasi sekitar 24 jam hingga 3 minggu) sebelum melakukan aplikasi prosedur restorative apapun (Feiz *dkk*, 2017). Sedangkan kajian lain menunjukkan butuh waktu tunggu sebesar satu minggu (Aksakalli *dkk.*, 2013). Namun demikian seringkali pasien membutuhkan restorasi prosedur bleaching yang segera, sehingga diperlukan teknik maupun bahan yang bisa menetralkan residu hidrogen peroksida dengan bahan restorasi adesif.

2.2 Antioksidan

Oksigen adalah molekul sangat penting dalam metabolisme sel. Namun, molekul ini dapat juga mendegradasi sel, utamanya pada terbentuknya radikal bebas. Dimana radikal bebas merupakan molekul yang bersifat independen dan mengandung elektron yang tak berpasangan dalam orbit atom. Akibatnya terjadi ketidakseimbangan dalam orbit tersebut dan berakibat pada mekanisme pertahanan antioksidan yang lemah sehingga dapat merusak molekul lipid, protein dan *nucleic acid* sel. Antioksidan merupakan molekul yang cukup stabil untuk menyumbangkan elektron ke radikal bebas dan menetralkannya sehingga mengurangi kapasitasnya untuk merusak sel. (Lobo et al, 2010). Penelitian mengenai antioksidan alami telah banyak dilakukan, salah satunya adalah antioksidan bioaktif dari tumbuhan yaitu *flavonoid*. Antioksidan bekerja

dengan mencegah atau menghilangkan kerusakan oksidatif pada molekul target. *Flavonoid* bertindak dengan : (1) menghilangkan radikal bebas. (2) *chelating* logam, (3) menekan enzim yang terkait dengan pembentukan radikal bebas dan (4) menstimulasi produksi antioksidan internal. (Banjarnahor et, al, 2014).

Banyak penelitian telah membandingkan kemampuan berbagai agen antioksidan untuk menurunkan residu hidrogen peroksida. Alga coklat (*Sargassum* sp.) merupakan salah satu antioksidan yang bersumber dari alam, cukup tersedia, dan membutuhkan kajian lebih terkait efektifitas bahan tersebut sebagai antioksidan, tingkat akselerasi penurunan residu peroksida, dan peningkatan ikatan email-resin. Khususnya efektivitas bahan tersebut dalam mempengaruhi *tensile bond strength*.

2.2.1 Alga Coklat (*Sargassum* sp.)

Alga coklat (*Sargassum* sp.) merupakan sumber daya hayati yang melimpah di Indonesia, dan belum dimanfaatkan dengan maksimal. Tumbuhan ini mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, triterpenoids, polyphenols, chlorophyll, carotenoid dan alkaloid yang merupakan sumber antioksidan alami (Pansing *dkk*, 2017; Hidayati *dkk*, 2019). Pada beberapa penelitian menunjukkan aktivitas antioksidan alga coklat lebih tinggi dari pada yang terdapat pada teh hijau dan dua sampai tiga kali lebih baik dari pada asam askorbat (Wang *dkk*, 2012).

Alga coklat mengandung karbohidrat, protein, vitamin dan mineral yang berbentuk mikro dan makro seperti Kalium (K), Natrium (Na), magnesium (Mg), fosfat (P), iodin (I) dan besi (Fe). Metabolit sekunder ini yang terdapat dalam tumbuhan alga coklat dapat berkontribusi pada kesehatan diantaranya beberapa senyawa penting seperti alkaloid, glikosida, tannin dan steroid yang umumnya bermanfaat dalam pengobatan dan farmasi. (Hidayati *dkk*, 2019).

Salah satu senyawa yang penting dan efektif sebagai antioksidan yang terdapat pada alga coklat yaitu senyawa fenolik. Dimana kandungan senyawa fenolik ini dapat mencapai 20 hingga 30% dari berat keringnya. Untuk itu, telah banyak peneliti yang mencoba mengembangkan kajian senyawa fenolik pada alga coklat (Budhiyanti *dkk*, 2012).

Pada beberapa penelitian menunjukkan ekstrak alga coklat (*Sargassum Sp*) efektif mengikat radikal bebas yang tersisa di dalam dentin sehingga meningkatkan *bond strength* restorasi komposit yang telah dilakukan *bleaching*. (Garcia *et al*, 2012, Briso *et al*, 2014, Park *et al*, 2013, Eman *et al*, 2017). Ikatan karbon rangkap dari ekstrak alga coklat (*Sargassum Sp*) memiliki potensi reduksi yang tinggi, dengan mudah mendonorkan hidrogen atau elektron ke radikal bebas. Tahap awal oksidasi ekstrak alga coklat (*Sargassum Sp*) adalah pembentukan ikatan flavanoid melalui perantara radikal bebas. Reaksi reversibel ini diyakini bertanggung jawab atas sifat antioksidan ekstrak alga coklat (*Sargassum Sp*). (Park *et al*, 2013).

2.3 Bahan Adhesif

Bahan adhesif pada kedokteran gigi dimulai pada tahun 1955 oleh *Buonocore* tentang manfaat dari etsa asam. Bahan adhesif gigi merupakan larutan dari monomer resin yang membuat interaksi substrat gigi resin dapat dicapai. Sistem adhesif terdiri dari monomer dengan kelompok hidrofilik dan hidrofobik. Yang pertama meningkatkan kelembaban pada jaringan keras gigi dan memungkinkan interaksi dan ko-polimerisasi dengan bahan restorasi. Komposisi kimia bahan adhesif terdiri dari monomer fungsional asam, *fotoinitiator*, *solvents*, dan *filler* (Fibryanto, 2020).

Sistem *adhesif* merupakan salah satu faktor penting dalam restorasi resin komposit. Resin komposit berikatan dengan struktur email gigi secara mikromekanis melalui penggunaan etsa asam yang akan membentuk resin tag, sedangkan pada dentin melalui pembentukan *hybrid layer* antara kolagen fibril dan bahan *adhesif*. Syarat sistem *adhesif* yang ideal, yaitu: dapat berikatan secara maksimal dengan struktur email dan dentin, biokompatibel, tidak mengiritasi jaringan pulpa, mencegah kebocoran mikro, stabil dalam jangka waktu lama di lingkungan mulut, dan mudah diaplikasikan (Perdigão, 2016).

2.3.1 Generasi Adhesif *Universal*

Perkembangan terbaru di bidang kedokteran gigi adhesif adalah bahan adhesif *universal*. Generasi ini dikenal sebagai bahan adhesif “*Multi mode*” atau “*Multi purpose*” karena dapat digunakan dengan teknik *etch-and-rinse*, *self-etch* atau *selective etch*. Generasi ini dikembangkan untuk

mengatasi ketidakmampuan generasi bahan adhesif *one-step self-etch*. Aplikasi bahan adhesif ini dapat digunakan bersama dengan atau tanpa asam fosfat.

Saat ini, *Methacryloyloxydecyl Dihydrogen Phosphate* (MDP) merupakan monomer asam hidrofilik banyak digunakan. Prinsip kerja dari monomer tersebut adalah terbentuknya ikatan ion antara gugus karboksilat dan atau fosfat dari MDP dengan kalsium dari hidroksiapatit, untuk membentuk senyawa MDP-kalsium, menghasilkan kekuatan adhesi yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan adhesi mikromekanis saja. Selain itu, bahan *adhesif* yang lainnya ada yang mengandung *biphenyl dimethacrylate* (BPDM), *dipentaerythritol pentaacrylate phosphoric acid ester* (PEN-TA) dan kopolimer asam polialkenoat, yang dapat meningkatkan ikatan dengan struktur gigi (Sofan *dkk.*, 2017).

Monomer 10-MDP ini merupakan monomer golden standar untuk bahan adhesif *self etch* karena menghasilkan interaksi kimia yang baik dengan dentin. Monomer 10- MDP yang diaplikasikan pada dentin akan membentuk garam MDP-kalsium yang berkontribusi pada perlindungan serat kolagen. Monomer asam fungsional lainnya seperti fenil-P dan 4-MET telah diperkenalkan. Namun, tidak satu pun dari monomer ini yang dapat memberikan kekuatan ikatan yang lebih tinggi daripada 10-MDP.

Prinsip utama sistem adhesif dentin adalah penetrasi monomer *adhesif* di antarakolagen fibril yang terbuka oleh etsa asam. Ikatan ini terbentuk sebagai retensi mikromekanis yang disebut sebagai *hybrid layer*.

Pembentukan *hybrid layer* dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti : demineralisasi jaringan anorganik dentin oleh etsa asam, bahan *adhesif/ adhesif* yang digunakan, kelembaban dentin, kolagen dentin, dan peran enzim matriks ekstraselular.

Adanya perkembangan teknologi, sistem adhesif telah berevolusi dari *no-etch* menjadi *total-etch* (generasi ke-4 dan ke-5) menjadi sistem *self-etch* (generasi ke-6, ke-7 dan ke-8). Setiap generasi telah berusaha untuk mengurangi jumlah botol yang terlibat dalam proses tersebut, untuk meminimalkan jumlah langkah prosedural, untuk memberikan teknik aplikasi yang lebih cepat dan untuk menawarkan peningkatan kimia untuk memfasilitasi ikatan yang lebih kuat (Sofan *dkk.*, 2017).

Sistem *universal adhesif* merupakan sistem adhesif yang disederhanakan yang bekerja dengan atau tanpa etsa asam fosfat. Bahan adhesif banyak mengandung 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA) untuk meningkatkan ikatan dengan dentin. HEMA bersifat hidrofilik, sangat kompatibel dengan dentin, dan mudah menembus substrat demineralisasi (Tsujiimoto *dkk.*, 2022).

Sistem adhesif merupakan salah satu faktor penting dalam restorasi resin komposit. Resin komposit berikatan dengan struktur email gigi secara mikromekanis melalui penggunaan etsa asam yang akan membentuk resin tag, sedangkan pada dentin melalui pembentukan *hybrid layer* antara kolagen fibril dan bahan *adhesif*. Syarat sistem adhesif yang ideal, yaitu: dapat berikatan secara maksimal dengan struktur email dan dentin,

biokompatibel, tidak mengiritasi jaringan pulpa, mencegah kebocoran mikro, stabil dalam jangka waktu lama di lingkungan mulut, dan mudah diaplikasikan. (Apriyono 2012).

2.3.2 Sistem Adhesif *Universal* Satu Tahap

Sistem adhesif *self-etch* saat ini diklasifikasikan berdasarkan jumlah tahap aplikasi klinis: satu langkah atau dua langkah. *Self-etch adhesive* dua tahap termasuk penggunaan primer etsa hidrofilik yang menggabungkan monomer asam yang secara bersamaan melakukan etsa dan primer substrat gigi, dan setelah penguapan solven, lapisan agen hidrofobik dan agen bonding menutup dentin. Sistem *self-etch adhesive* satu tahap adalah perekat *all-in-one*, yang menggabungkan etsa, primer and bonding, sehingga mengandung monomer fungsional asam, monomer hidrofilik dan hidrofobik, air dan pelarut organik menjadi satu cairan tunggal (Giannini *dkk.*, 2015; Garcia *dkk.*, 2011).

Salah satu contoh bahan *adhesive universal* satu tahap adalah *OptiBond™ Universal* (Gambar 3) yang termasuk komponen adesif tunggal *light cure*, mempunyai adhesi yang sangat baik ke berbagai permukaan dan substrat untuk aplikasi *direct* dan *indirect* bahkan restorasi berbasis logam *indirect* bila digunakan dengan semen resin NX3 atau *Maxcem Elite*. *OptiBond Universal* menyederhanakan prosedur *bonding*, membuatnya kurang sensitif terhadap teknik (Kerr, 2022).



Gambar 2.1. *Optibond™ Universal*

OptiBond™ Universal menggunakan monomer adhesif GPDM dan teknologi *filler* yang memberikan penetrasi yang sangat baik pada tubulus dentin, *bond strength* yang sangat baik, dan perlindungan *microleakage* dan sensitivitas setelah tindakan. Kemampuan *nanoetching* yang unik menghasilkan etsa email yang lebih efektif dibandingkan bahan *adhesive* satu tahap lainnya, menghasilkan permukaan etsa yang lebih dalam sehingga diperoleh retensi mekanis yang lebih tinggi (Kerr, 2022).

OptiBond™ Universal terdiri dari sistem *Solvent Ternary* yang meliputi alkohol, aseton, dan air.

- Air meningkatkan etsa dan pembasahan
- Aseton meningkatkan stabilitas
- Alkohol berkontribusi pada kompatibilitas dan mencegah pemisahan fase

Aplikasi satu lapis dapat digunakan dengan teknik *self-etch*, *selective etch*, dan *total-etch*. Penggunaan *direct* ataupun *indirect*, bahan adesif gigi yang sangat baik untuk email, dentin, porselen, dan keramik. Ketebalan film yang rendah menciptakan kecocokan yang lebih baik untuk restorasi akhir (~5 mikron). Pilihan produk tersedia dalam bentuk *Kit Botol*, *refill* (Botol), atau *Unidose®* (Kerr, 2022).

2.4 Komposit Resin

Komposit resin merupakan bahan restorasi sewarna gigi yang saat ini paling banyak digunakan untuk menggantikan struktur gigi yang hilang. Selain karena estetikanya yang memuaskan bahan ini juga tidak mudah larut, mudah manipulasinya, biayanya lebih murah dibanding keramik dan memiliki kemampuan untuk berikatan dengan struktur gigi (Barutcgil dkk, 2018).

Filler resin komposit pada umumnya berupa *silica glass* yang radiopak dengan penambahan barium atau strontium, dan beberapa berupa zirconia/silica glass. Ukurannya bervariasi dan dilapisi dengan silane untuk memungkinkan berikatan dengan resin ketika dipolimersasi. Komponen penyusun lainnya yaitu inisiator yang berfungsi menginduksi polimerisasi pada kedalaman tertentu dengan waktu radiasi tertentu. Bahan ini antara lain Camphoroquinone (CQ), ivocerin, germanium based, dan phenylnis (2,4,6-trimethylbenzoyl) phosphine oxide (TPO) (Miletic, 2018).

2.4.1 Polimerisasi Komposit Resin

Pemahaman mengenai mekanisme polimerisasi pada komposit penting untuk memperoleh hasil restorasi yang maksimal. Polimerisasi yang tidak sempurna akan menghasilkan resin dengan porositas tinggi, hardness rendah, low polishing, high staining dan dapat terjadi efek toksik terhadap pulpa karena adanya monomer bebas (Mahn, 2013)

Rantai polimerisasi terdiri atas 3 fase, yaitu inisiasi, propagasi dan terminasi. Pada fase inisiasi diaktivasi oleh energi (termal, fotoaktif

atau mekanisme redoks) menghasilkan reactive centre (radikal bebas, kation, anion) yang akan bereaksi dengan molekul monomer, memecah ikatan rangkap karbon membentuk makroradikal. Fase propagasi, reactive centers terus ditransfer antar molekul monomer dan bereaksi dengan molekul monomer lainnya sehingga rantai polimer terus bertambah dengan cepat. Fase terminasi, reactive center dihancurkan oleh kombinasi makroradikal atau reaksi disproporsi, dimana penambahan molekul monomer berkurang sehingga rantai polimer berhenti tumbuh (Miletic, 2018).

Terdapat beberapa metode penyinaran yang biasa digunakan untuk mengaktifkan rangkaian proses polimerisasi, diantaranya metode *soft start*, *pulse delay*, *ramp cure: intermittent* dan metode *continuous*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Cunda dkk membandingkan keempat metode ini dan tidak menemukan perbedaan kekuatan ikatan yang signifikan pada seluruh kelompok sampel. Namun kecenderungan kekuatan ikatan tertinggi terdapat pada densitas energi yang rendah. (Mahn, 2013).

2.4.2 Ikatan Struktur Gigi dengan Komposit Resin

Mekanisme ikatan sistem *resin based* adhesif ke enamel dan dentin didasarkan pada serangkaian prinsip fisika-kimia. Istilah adhesif dapat diartikan merekatkan komposit pada struktur gigi, mekanisme intereaksi utama dan paling efektif dengan mengandalkan proses pertukaran, dimana mineral yang dikeluarkan dari jaringan keras gigi

digantikan oleh monomer resin yang telah mengalami polimerisasi menjadi saling terkait secara kemomekanik dalam porositas substrat gigi yang dibuat. (Miletic, 2018)

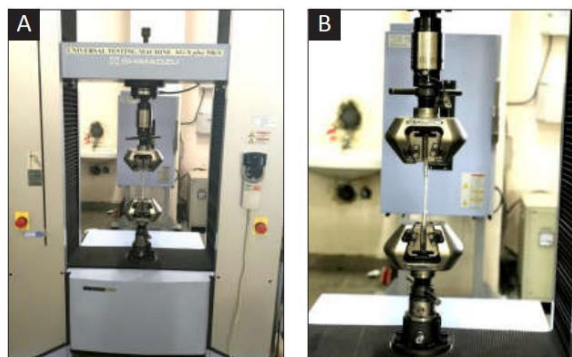
Pada beberapa penelitian tentang *bond strength* antara gigi yang telah dilakukan *bleaching* dengan komposit menunjukkan penurunan yang signifikan dibandingkan dengan kelompok yang tidak dilakukan *bleaching* (Park dkk, 2013). Radikal bebas yang masih tersisa di dalam struktur gigi menghambat polimerisasi resin adesif dan komposit, polimerisasi yang tidak sempurna akan menyebabkan menurunkan *bond strength* antara struktur gigi dengan komposit (Anil dkk., 2015). *Mikroleakage* adalah residu peroksida akan habis setelah beberapa waktu, oleh karena itu disarankan untuk menunda prosedur restorasi 2 minggu setelah dilakukan *bleaching*.

2.5 Tensile Bond Strength

Kemampuan daya restorasi komposit tergantung pada ketahanan perlekatan bahan adhesifnya pada struktur gigi. Ketahanan daya lekat ini dapat diukur melalui uji *bond strength*. *Tensile bond strength* merupakan salah satu metode yg efektif dalam menguji daya adhesif restorasi komposit dengan struktur gigi. Dalam uji tarik (*tensile strength*), kekuatan ikatan diukur secara efektif, karena dalam aplikasi beban pengujian searah, sedangkan pada pengujian geser (*shear strength*) gaya pembebanan bersifat vektorial yang menyebabkan distribusi gaya tidak merata (Steiner dkk, 2021).

Metode *tensile bond strength* dilakukan dengan menarik salah satu sisi sampel dan sisi yang lain statis. Sampel dapat dipegang dengan metode menggenggam aktif atau pasif. Pada metode menggenggam aktif sampel dicengkeram oleh perangkat melalui bantuan cengkeram mekanis seperti lem atau pengait, sedangkan metode mencengkeram pasif, sampel ditempatkan pada perangkat pengujian tanpa bantuan cengkeram. Salah satu sisi sampel kemudian ditarik sampai kedua bahan terpisah (Sirisha *dkk*, 2014).

Tensile bond strength (MPa) diperoleh dengan membagi beban maksimum yang tercatat pada kegagalan (N) dengan luas permukaan *adhesive* (mm²). Nilai tegangan-regangan menentukan kurva, mencirikan kinerja material di bawah uji tarik. Berdasarkan kurva ini, nilai modulus elastisitas, kekuatan tarik, ketahanan dan kekuatan suatu bahan dapat dinilai. Pengujian tarik biasanya diterapkan pada material yang ditempatkan di bawah beban yang umumnya diterapkan dalam arah yang berbeda. (Mazumdar P dan Chowdhury D, 2021; Kim M *dkk* , 2022)



Gambar 2.2 A: *universal testing machine*; B: Pengujian TBS spesimen pada UTM; (Mazumdar P dan Chowdhury D, 2021; Senthil Kumar M *dkk*, 2019)

Tensile bond strength test dapat dilakukan pada sampel yang luas permukaan *interface* >3mm dan sampel yang luas permukaan *interface* <3mm

biasa disebut *microtensile bond strength test*, masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. (Sirisha *dkk* 2014).

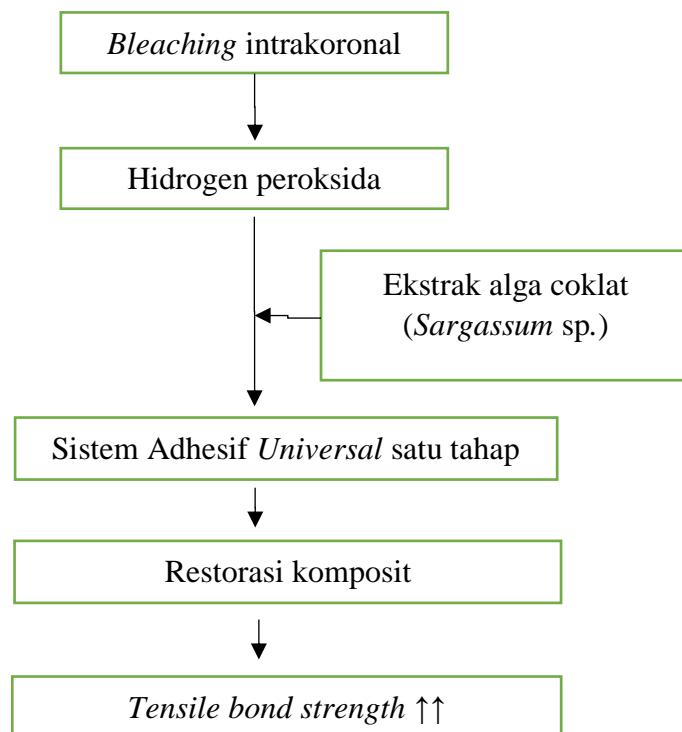
Pada *tensile bond strength test*, pembuatan sampelnya relatif lebih mudah karena tidak memerlukan alat khusus untuk memotong sampel, namun memerlukan sampel yang jauh lebih banyak karena ukuran sampelnya besar. Selain itu pada *tensile bond strength test* distribusi tegangan pada sampel berukuran besar tidak merata sehingga memberikan hasil yang kurang akurat dibanding *microtensile bond strength test*, namun pada sampel berukuran sangat kecil berpotensi mengalami dehidrasi sehingga sampel mudah fraktur. (Sirisha, *dkk* 2014).

BAB III

KERANGKA PENELITIAN

3.1 Kerangka Teori

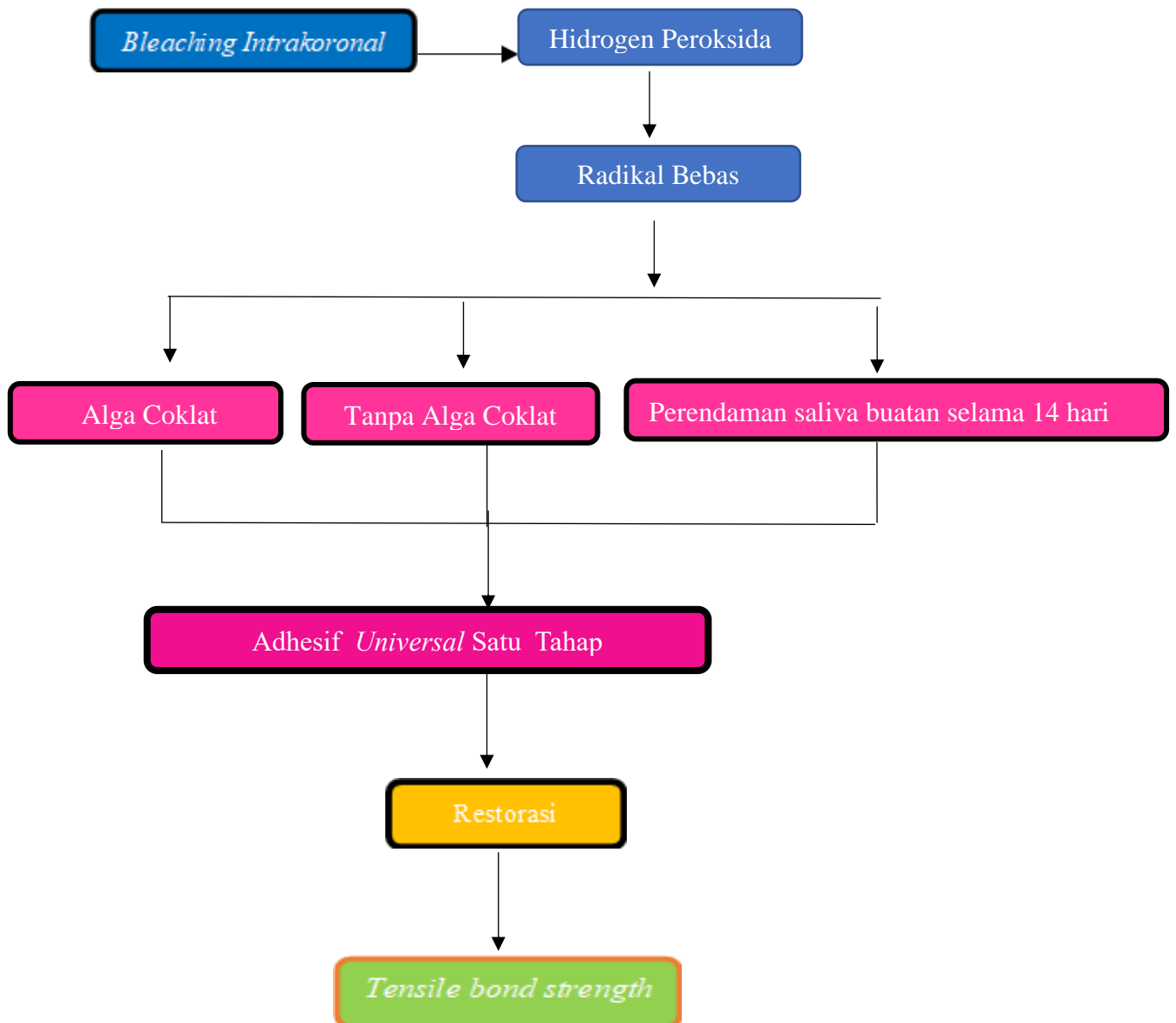
Kerangka teori dikembangkan untuk melihat secara utuh dari berbagai perspektif yang menunjang perkembangan penelitian dan kajian terkini sehingga terlihat kontribusi kajian yang dilakukan. Dalam hal ini, berikut disajikan kerangka teori penelitian yang dilakukan pada Gambar 4.



Gambar 3.1. Kerangka teori penelitian

3.2 Kerangka Konsep

Kerangka konsep pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5 yang menunjukkan variable-variabel yang terkait dalam penelitian diantaranya variabel bebas, variable terikat, variabel antara dan variabel kontrol.



Gambar 3.2. Kerangka konsep penelitian

Keterangan :



Variabel terikat



Variabel bebas



Variabel antara



Variabel kontrol

3.3 Hipotesis Penelitian

1. Terdapat perbedaan *tensile bond strength* antara kelompok yang diberi perlakuan alga coklat (KAC) dibandingkan dengan kelompok tanpa alga coklat setelah *dibleaching* (K0).
2. Terdapat perbedaan *tensile bond strength* antara kelompok yang direstorasi segera setelah di *bleaching*/ kelompok tanpa alga coklat (K0) dengan kelompok yang direstorasi 14 hari setelah *dibleaching* (K14)