

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

World Health Organization (WHO) mendefinisikan maloklusi sebagai anomali dentofasial. Maloklusi dapat mempengaruhi estetika penampilan, fungsi, keharmonisan wajah, dan sosial. WHO memperkirakan maloklusi sebagai masalah kesehatan mulut paling umum ketiga, setelah karies gigi dan penyakit periodontal (Sultan et al., 2018; Zou et al., 2018).

Maloklusi dapat menyebabkan defisiensi fungsional dan estetik yang parah, yang dapat mengganggu kualitas hidup, menyebabkan gangguan interaksi sosial dan psikologis. Maloklusi mungkin memerlukan perawatan multidisipliner jangka panjang, serta penilaian dan pengawasan yang berkelanjutan (Campos et al., 2018). Maloklusi mempengaruhi penampilan dentofasial secara keseluruhan. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa insisivus yang berdesakan dan diastema median memiliki dampak terburuk pada kecerdasan dan estetika yang dirasakan. Individu dengan gigi berdesakan dan diastema median dianggap berasal dari kelas sosial yang lebih rendah daripada individu dengan oklusi ideal. Potensi akademik yang dirasakan juga terkait dengan daya tarik estetika. Guru sering menggunakan penampilan wajah siswa untuk menilai kecerdasan dan potensi akademik mereka di masa depan. Anak-anak yang menarik diperlakukan lebih baik daripada anak yang tidak menarik di berbagai lingkungan sosial, bahkan oleh orang tua mereka, dan ini dapat berdampak pada kinerja akademik mereka (Zhang et al., 2006).

Ketidakseimbangan dentofasial dapat menyebabkan maloklusi. Banyak faktor mempengaruhi ketidakseimbangan dentofasial ini. Faktor yang mempengaruhi adalah genetik, lingkungan, pertumbuhan dan perkembangan, etnik, fungsional, dan patologi. Faktor genetik, lingkungan, dan etnis merupakan kontributor utama dalam maloklusi. Dari perspektif lainnya, adaptasi fungsional terhadap faktor lingkungan mempengaruhi struktur sekitarnya, seperti gigi, tulang, dan jaringan lunak. Pada akhirnya, ini menyebabkan berbagai masalah maloklusi. Sejauh ini, tidak ada penyebab spesifik untuk maloklusi, yang dapat dianggap sebagai masalah yang multifaktorial. Maloklusi umumnya merupakan proses penyimpangan dari perkembangan normal yang mulai terjadi pada masa kanak-kanak (Achmad, Supiaty, et al., 2022; Sultan et al., 2018).

Ketidakseimbangan dentofasial dipengaruhi oleh kerja sistem pengunyahan, termasuk lengkung gigi atas dan bawah, maksila, mandibula, tulang hyoid, lidah, bibir, pipi, dan otot pengunyahan, berhubungan fisik dengan elemen gigi dan melakukan fungsinya. Otot perioral (gaya luar) dan otot lidah (gaya dalam) membentuk gaya yang bekerja pada gigi. Kekuatan ini berperan penting untuk mengontrol erupsi gigi, pembentukan oklusi, dan menjaga bentuk dan stabilitas lengkung gigi. Keharmonisan dan keseimbangan fungsional otot-otot ini sangat

penting dalam pertumbuhan dan perkembangan daerah kraniofasial (Marquezin et al., 2014).

Kebiasaan oral dapat memengaruhi perkembangan struktur dentofasial, serta menyebabkan masalah fungsional dan estetika mulut. Kebiasaan oral adalah salah satu proses tumbuh kembang normal yang dialami anak. Kebiasaan oral dianggap normal pada rentang usia 3-6 tahun. Namun, kebiasaan oral yang bertahan di atas rentang usia ini disebut kebiasaan buruk oral, yang mengakibatkan terjadinya gangguan orofasial. Kebanyakan pasien tidak menyadari bahwa kebiasaan oral menyebabkan gangguan struktur dentofasial permanen. Diagnosis yang memadai dari gangguan orofasial membutuhkan evaluasi yang cukup terhadap keadaan stomatognatik setiap pasien melalui pemeriksaan bentuk dan fungsi dari gigi dan status sendi temporomandibular dan otot terkait. Perkembangan otot orofasial juga dapat dipengaruhi oleh kebiasaan buruk oral yang dilakukan dengan intensitas dan durasi yang lama. Aktivitas otot hiper atau hipo, atau derajat maloklusi yang berbeda bergantung pada kontraksi otot yang menentukan morfologi wajah. Gangguan orofasial perlu didiagnosis dan diperbaiki sedini mungkin (Achmad, Supiaty, et al., 2022; Goldstein et al., 2019; Yuanisa et al., 2018). Gangguan orofasial sangat rentan terjadi pada anak berkebutuhan khusus, terutama *down syndrome* (DS). Gangguan orofasial terkait kebiasaan oral mereka yang menonjolkan lidah ke arah gigi dan keluar dari mulut, serta rentan mengalami infeksi saluran napas atas sehingga memicu pernapasan mulut, yang meningkatkan kejadian maloklusi (Borges-Oliveira et al., 2010; Cuoghi et al., 2016). Sebuah penelitian di Brasil, anak DS dengan kebiasaan bernapas melalui mulut ditemukan memiliki peluang 10 kali lipat lebih besar mengalami maloklusi dibandingkan dengan anak yang bernapas melalui hidung (Borges-Oliveira et al., 2010).

Beberapa penelitian telah menekankan prevalensi maloklusi yang cukup besar pada individu DS. Terjadinya maloklusi pada mereka dapat berdampak ke masalah pengunyahan dan penelanan, rasa sakit, infeksi (penyakit mulut), komplikasi pernapasan, serta masalah orofasial lainnya. Mengingat dampak maloklusi tersebut, kebutuhan perawatan ortodontik pada individu berkebutuhan khusus sangat tinggi (Borges-Oliveira et al., 2010). Hasil perawatan ortodontik mencakup perbaikan gigi atau wajah, perbaikan fungsi pengunyahan dan deglutisi, dan peningkatan kepercayaan diri pada mereka (Cuoghi et al., 2016). Data prevalensi maloklusi pada anak berkebutuhan khusus secara global masih kurang, sehingga menyulitkan mengembangkan metode pencegahan dan perawatan pada mereka (Cuoghi et al., 2016). Meskipun mereka memiliki risiko tinggi penyakit mulut oleh karena maloklusinya, namun mereka kesulitan dalam mengakses layanan perawatan gigi yang layak dibandingkan dengan anak normal (Alkhadra, 2017).

Kelainan pengunyahan lebih sering ditemukan pada anak DS dari pada anak normal, yang dapat berdampak langsung pada otot pengunyahan. Gangguan orofasial tertentu selama awal perkembangan gigi mengakibatkan penyimpangan bentuk lengkung gigi. Gangguan orofasial terkait seperti posisi mulut terbuka, menelan, gangguan artikulasi, dan kebiasaan oral yang buruk adalah indikator penting untuk mendeteksi dini kelainan fungsional melalui aktifitas otot (Achmad et

al., 2021; Marquezin et al., 2014; Messina et al., 2019). Menurut Ardani dkk (2021), Otot pengunyahan, seperti otot masseter, temporal, pterygoid medial dan pterygoid medial merupakan faktor penting yang dapat menyebabkan maloklusi. Fungsi normal otot-otot di sekitar mulut memengaruhi perkembangan struktur dentofasial (Ardani et al., 2021).

Aktifitas otot dapat diukur dengan berbagai metode, salah satunya melalui pengukuran potensi listrik otot dengan pemeriksaan elektromiografi. Metode ini dianggap paling akurat dan tidak bias untuk mengevaluasi fungsi dan efisiensi otot. Elektromiografi memungkinkan penilaian tingkat dan durasi aktivitas otot. Tujuan utama elektromiografi permukaan adalah untuk mengidentifikasi sinyal dari berbagai serabut otot di sekitar elektroda permukaan pendeteksi. Sinyal-sinyal ini berasal dari aktivitas spasial dan temporal dari berbagai unit motorik. Oleh karena itu, analisis rekaman terbatas pada penilaian aktivitas otot secara umum, koordinasi berbagai otot dan variasi aktivitas otot dari waktu ke waktu (Woźniak et al., 2013). Elektromiografi menilai fungsi otot dengan melihat sinyal listrik yang dipancarkan oleh sel otot saat diaktifkan secara elektrik atau neurologis. Sinyal yang dievaluasi untuk mendeteksi kelainan pada otot. Unit motorik merupakan unit fungsional otot yang paling mendasar, yang menjadi dasar struktural elektromiografi. Unit motorik terdiri dari neuron motorik dan semua serabut otot yang dipersarafi oleh cabang aksonal neuron motorik. Dengan bantuan elektroda elektromiografi, aktivitas bioelektrik di dalam otot tubuh manusia dideteksi (Gupta et al., 2017).

Pada penelitian Ardani dkk (2020) yang mengevaluasi perbedaan aktivitas otot pengunyahan pada maloklusi Klas I dan Klas II pada etnis Jawa yang diidentifikasi dengan pemeriksaan elektromiografi permukaan pada 16 pasien dengan rentang usia 18-21 tahun, ditemukan bahwa hanya aktivitas otot temporal sisi sebelah kanan yang berbeda pada maloklusi Klas I dan Klas II (Ardani et al., 2021). Studi yang dilakukan oleh Achmad dkk (2022) mengukur otot orofasial pada 27 pasien anak menggunakan perangkat elektromiografi "Dentosmart". Hasilnya menunjukkan perbedaan signifikan pada otot masseter anak-anak sebelum dan setelah perawatan dengan alat miofungsional (Achmad, Areni, et al., 2022).

Penelitian pengukuran aktifitas otot pengunyahan sebagai faktor penyebab maloklusi sangat jarang ditemukan, terutama di Indonesia. Walaupun ada, pengukuran aktifitas otot pengunyahan pada anak DS belum ditemukan di Indonesia. Sehingga, peneliti tertarik untuk meneliti kontraksi otot pengunyahan (otot masseter dan temporalis) terhadap terjadinya maloklusi pada anak DS melalui pemeriksaan elektromiografi.

1.2. Teori

1.2.1. Maloklusi

Maloklusi adalah kondisi penyimpangan dari hubungan normal atau kesejajaran gigi geligi pada lengkung yang sama dan (atau) ke gigi geligi pada lengkung yang berlawanan. Maloklusi adalah salah satu kondisi rongga mulut yang paling umum dengan prevalensi 20-100% (Baskaradoss et al., 2022). Diperkirakan 80% orang di Indonesia mengalami maloklusi, tetapi hanya 0,7% yang mendapatkan perawatan ortodontik (Nugroho et al., 2019). Prevalensi maloklusi yang tinggi berdampak negatif pada kualitas hidup, terutama pada anak-anak dan remaja yang rentan terhadap masalah penampilan, sehingga upaya kesehatan masyarakat diperlukan (Disha et al., 2017).

Etiologi maloklusi. Maloklusi dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Maloklusi biasanya disebabkan oleh faktor genetik atau faktor lingkungan. Moyers mengatakan bahwa etiologi maloklusi terdiri dari keturunan, cacat perkembangan yang penyebabnya tidak diketahui, agen fisik, kebiasaan, penyakit, dan malnutrisi. Graber mengatakan bahwa etiologi maloklusi dapat berasal dari faktor umum dan faktor lokal. Faktor umum termasuk keturunan, kongenital, lingkungan (pre-natal dan post-natal), penyakit metabolisme, defisiensi nutrisi, tekanan abnormal dari kebiasaan dan penyimpangan fungsional, postur, trauma, dan kecelakaan. Faktor lokal termasuk anomali gigi dalam jumlah, ukuran dan bentuk; frenulum labial yang abnormal, *premature loss* gigi sulung, persistensi gigi sulung yang lama, ankylosis, karies, dan restorasi yang buruk (Alam and Shahid, 2018). Maloklusi juga dapat disebabkan gabungan dari keturunan, lingkungan dan atau kombinasi keduanya. Maloklusi juga dapat disebabkan oleh genetik, lingkungan, atau keduanya (Zou et al., 2018).

Klasifikasi etiologi maloklusi menurut White dan Gardiner (Muhamad, 2018).

Kelainan dasar gigi.

1. Hubungan antero-posterior buruk.
2. Hubungan vertikal buruk.
3. Hubungan Lateral buruk.
4. Disproporsi antara gigi dengan tulang basal.
5. Kelainan kongenital.

Kelainan Pre-erupsi.

1. Gangguan posisi dari benih gigi.
2. Kehilangan gigi.
3. *Supernumerary* dan bentuk gigi abnormal.
4. Retensi gigi sulung.
5. Frenulum labial tinggi.

6. Trauma.

Kelainan Post-erupsi.

1. Otot-otot
 - a. Kekuatan otot.
 - b. Posisi istirahat otot.
 - c. Kebiasaan menghisap.
 - d. Kelainan gerakan mandibula dari posisi istirahat ke oklusi sentris.
2. Tanggal premature gigi sulung.
3. Pencabutan gigi permanen (Muhamad, 2018).

Klasifikasi etiologi maloklusi menurut Graber (Gupitasari et al., 2018).

Faktor Umum Maloklusi. Faktor yang tidak berpengaruh langsung pada gigi, diantaranya (Gupitasari et al., 2018)

1. Keturunan

Rasio gigi-jaringan, pola jaringan lunak, dan bentuk dan hubungan rahang sebagian besar dipengaruhi oleh keturunan. Faktor keturunan memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap pembentukan alveolus (Alam and Shahid, 2018). Maloklusi karena faktor keturunan dapat berupa ketidaksesuaian antara ukuran rahang dan gigi, serta ukuran dan bentuk rahang atas dan bawah. Maloklusi gigi dapat diwariskan dan dapat dipengaruhi oleh lingkungan (Saghiri et al., 2020).

Dalam diagnosis dan perencanaan perawatan maloklusi, sangat penting untuk mempertimbangkan riwayat keluarga dan faktor genetik yang diketahui, karena genetik mempengaruhi hampir semua aspek pertumbuhan dan perkembangan gigi dan wajah (Singh and Verma, 2017).

2. Kongenital

Celah bibir dan celah langit merupakan faktor kongenital yang mempengaruhi gigi dan rahang, yang menyebabkan terjadinya maloklusi (Alam and Shahid, 2018). Celah bibir dan langit-langit disebabkan oleh kegagalan pembentukan jaringan lunak bibir, atau mungkin jaringan keras palatum dan jaringan lunak bibir, baik unilateral maupun bilateral. Celah bibir dan langit-langit dapat menyebabkan penurunan perkembangan lengkung gigi. Jaringan lunak yang mengalami fibrosis akan menghambat pertumbuhan tulang, menurunkan dimensi anteroposterior dan vertikal rahang. Ini menyebabkan maloklusi klas III (Saghiri et al., 2020).

3. Ketidakseimbangan Endokrin

Kelenjar endokrin berdampak pada pembentukan, kalsifikasi, erupsi gigi, dan mengatur pola pertumbuhan rahang, wajah, dan kranium. Efek gangguan endokrin bervariasi pada setiap orang (Alam and Shahid, 2018).

4. Gangguan Metabolit

Beberapa evidens baru menunjukkan bahwa demam akut dapat memperlambat perkembangan dan pertumbuhan sementara, tetapi tidak ada hubungan yang signifikan antara demam akut dan perkembangan maloklusi. Proses erupsi,

resorpsi, dan kehilangan gigi terganggu oleh gangguan metabolit (Alam and Shahid, 2018).

5. Penyakit Infeksi

Maloklusi dapat disebabkan oleh penyakit paralytik seperti poliomyelitis. Penyakit kerusakan otot seperti distrofi otot dan *cerebral palsy* dapat menyebabkan deformasi yang khas pada lengkung gigi (Alam and Shahid, 2018).

6. Defisiensi Nutrisi

Maloklusi yang disebabkan oleh kekurangan nutrisi adalah masalah yang saling berkaitan, serta kejadiannya cukup tinggi. Selama pertumbuhan dan perkembangan anak, kekurangan nutrisi dapat menyebabkan pusat osifikasi terhambat, sehingga menyebabkan pertumbuhan gigi dan sekeletal yang buruk (Campos et al., 2018).

7. Tekanan kebiasaan abnormal

Tingkat keparahan maloklusi oleh karena kebiasaan abnormal bergantung pada tiga faktor. yaitu frekuensi, intensitas dan durasi kebiasaan (Campos et al., 2018). Berapa kali suatu kebiasaan dilakukan setiap hari disebut frekuensi. Jumlah gaya yang diterapkan pada gigi selama kebiasaan dilakukan disebut intensitas. Jumlah waktu yang dihabiskan untuk melakukan kebiasaan disebut durasi (Balraj et al., 2016).

8. Postur

Belum dapat bukti bahwa postur tubuh yang buruk menyebabkan maloklusi. Maloklusi dan postur tubuh yang buruk dapat disebabkan oleh penyebab umum, namun postur tubuh yang buruk mungkin menonjolkan maloklusi yang ada (Campos et al., 2018).

Tidak hanya posisi gigi dan rahang ditentukan oleh gen, tetapi juga panduan postur mulut, seperti posisi lidah yang rendah, dapat memengaruhi pertumbuhan gigi dan wajah. Posisi istirahat lidah di dasar mulut dapat mengubah posisi gigi dan oklusi (Singh and Verma, 2017).

9. Trauma dan Kecelakaan

Selama periode tumbuh kembang, anak rentan mengalami cedera saat belajar merangkak atau saat bermain. Gigi dan area wajah sangat rentan terhadap trauma. Gigi sulung anterior atas lebih rentan terhadap trauma dibandingkan gigi sulung anterior bawah dan gigi lainnya. Trauma dapat menyebabkan gigi patah, kehilangan vitalitas gigi, pola resorpsi yang abnormal, dan merubah posisi benih gigi permanen (Alam and Shahid, 2018; Zou et al., 2018).

Fraktur mandibula yang paling sering terjadi pada anak adalah fraktur kondilus. Fraktur kondilus bilateral pada anak-anak sering dijumpai dengan gigitan terbuka oleh karena penurunan tinggi ramus (Saghiri et al., 2020).

Faktor Lokal Maloklusi. Faktor yang berpengaruh langsung pada gigi (Gupitasari et al., 2018).

1. Kelainan ukuran dan jumlah Gigi.
 - a. Tidak adanya gigi secara kongenital.
 - b. Bentuk dan ukuran gigi abnormal.
 - c. Gigi *supernumerary*.
 - d. Posisi abnormal kipta gigi dan *displacement* atau transposisi gigi.
2. Frenulum labial abnormal.
3. Tanggal premature gigi sulung.
4. Retensi gigi sulung.
5. Kehilangan gigi permanen.
6. Erupsi gigi permanen yang tertunda.
7. Kegagalan erupsi gigi.
8. Habit.
9. Trauma.
10. Patologi.
11. Salah letak gigi (Alam and Shahid, 2018).

Klasifikasi Maloklusi. Maloklusi diklasifikasikan berdasarkan bidang ruang sagital, transversal, dan vertikal. Maloklusi vertikal diklasifikasi sebagai *open bite* dan *deep bite*, *open bite* merupakan kondisi dimana satu atau lebih gigi tidak dapat berkontak dengan gigi antagonisnya, serta *deep bite* memiliki *overbite* vertikal yang meningkat. Maloklusi transversal merupakan kelainan gigi posterior atas dan bawah tidak beroklusi normal. Maloklusi transversal diklasifikasi *unilateral posterior cross bite*, *bilateral posterior cross bite*, dan *scissor bite* (*Brodie bite*) (Rodríguez-Olivos et al., 2022).

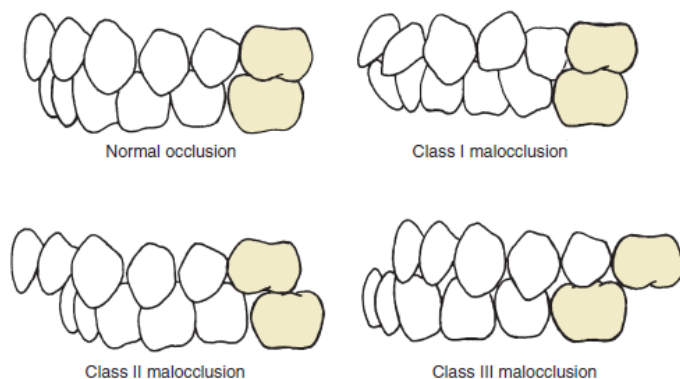
Maloklusi sagital diklasifikasikan menurut klasifikasi Angle (Rodríguez-Olivos et al., 2022). Klasifikasi Angle adalah klasifikasi ortodontik pertama yang masih digunakan sampai sekarang. Klasifikasi Angle didasarkan pada hubungan gigi molar pertama dan keselarasan (atau kekurangan) gigi relatif ke garis oklusi (Gambar 1). Klasifikasi Angle di kelompokkan sebagai berikut (Profit, 2019):

1. Maloklusi Klas I
 Hubungan molar normal (Klas I), gigi berjejal, berotasi, dan sebagainya. Posisi *cusp* mesiobukal gigi molar pertama rahang atas sejajar dengan *buccal groove* gigi molar pertama rahang bawah (Saghiri et al., 2020).
2. Maloklusi Klas II
 Posisi *buccal groove* gigi molar pertama rahang bawah lebih ke distal terhadap *cusp* mesiobukal gigi molar pertama rahang atas (Roscoe et al., 2018). Maloklusi Klas II terbagi menjadi dua divisi: Divisi I dan Divisi II. Divisi I dan Divisi II masing-masing berhubungan dengan overjet dan overbite.²¹ Maloklusi Klas II Divisi I ditandai oleh peningkatan overjet lebih dari 2-3 mm dan gigi insisivus sentral rahang atas protrusi (Nishi et al., 2018). Maloklusi Klas II Divisi 2 ditandai

dengan penurunan overjet dan peningkatan *overbite* dengan retroklinasi gigi insisivus (Ocak et al., 2022).

3. Maloklusi Klas III

Posisi *buccal groove* gigi molar pertama rahang bawah lebih mesial daripada *cusp* mesiobukal gigi molar pertama rahang atas ketika gigi oklusi. Maloklusi Klas III berhubungan erat dengan genetik. Klas III juga dapat didefinisikan sebagai *prognathia* mandibular, dan sangat dipengaruhi oleh genetika (Saghi et al., 2020).



Gambar 1. Oklusi normal dan klas maloklusi menurut Angle

Sumber: Proffit WR, Fields HW, Larson B, Sarver DM. Contemporary orthodontics-e-book. Elsevier Health Sciences; 2018

Maloklusi yang terkait dengan Maloklusi klas I menurut modifikasi Dewey dari klasifikasi Angle. Individu dengan Maloklusi Klas I, relasi molar klas I terdapat dengan satu atau lebih karakteristik berikut (Das et al., 2008):

- Dewey Tipe I: Gigi insisivus berdesakkan atau kaninus terletak di labial, atau keduanya.
- Dewey Tipe II: Gigi insisivus rahang atas protrusi.
- Dewey Tipe III: Gigitan silang anterior.
- Dewey Tipe IV: Gigitan silang posterior unilateral atau bilateral.
- Dewey Tipe V: Gigitan terbuka anterior atau posterior, *overbite* anterior yang dalam (Das et al., 2008).

Perkembangan Oklusi. Proses yang terkondisikan secara genetik dan lingkungan yang menunjukkan variasi pada seseorang. Istilah "oklusi" berasal dari bahasa latin "okluso", yang berarti hubungan antara semua komponen sistem mastikasi dalam fungsi normal, disfungsi, dan parafungsi.³⁰

Periode perkembangan oklusi, yaitu periode predente, periode gigi sulung, periode gigi bercampur, dan periode gigi permanen (Marwah et al., 2020).

1. Periode Predente

Merupakan periode setelah lahir. Periode predente dimana neonatus tidak memiliki gigi tetapi hubungan gumpads sama pentingnya dengan hubungan gigi. Gumpads adalah bantalan berbentuk tapal kuda berwarna merah muda, keras dan ditutupi dengan lapisan periosteum padat. Gumpads rahang atas lebih lebar dan lebih panjang dari rahang bawah sehingga diperkirakan akan terjadi overjet lengkap di sekelilingnya. Satu-satunya kontak yang terjadi adalah di sekitar daerah molar sedangkan terdapat ruang di daerah anterior disebut gigitan terbuka infantil, gigitan ini dianggap normal dan membantu selama menyusui (Marwah et al., 2020).

2. Periode Gigi Sulung

Inisiasi gigi sulung terjadi selama enam minggu pertama kehidupan intrauterin dan gigi sulung pertama mulai erupsi pada usia enam bulan. Setiap individu membutuhkan waktu sekitar usia 2,5-3,5 tahun untuk semua gigi sulung mulai mampu beroklusi (Marwah et al., 2020).

3. Periode Gigi Bercampur

Gigi bercampur adalah fase di mana gigi sulung dan permanen berada di masa yang sama. Fase ini dimulai sekitar usia 6 tahun dengan erupsi gigi molar permanen pertama dan berlangsung hingga usia 12 tahun (Marwah et al., 2020).

Periode gigi bercampur adalah periode penting dari perubahan dentoskeletal, di mana anak-anak sering melakukan kebiasaan mulut yang buruk. Mengetahui faktor-faktor yang terkait dengan maloklusi pada fase gigi bercampur akan membantu intersepsi kebiasaan oral yang buruk, sehingga mencegah kerusakan fungsional dan psikologis (Granja et al., 2022). Ketidakharmonisan otot di sekitar rongga mulut juga merupakan penyebab langsung maloklusi pada akhir periode gigi bercampur (Oyamada et al., 2016).

4. Periode Gigi Permanen

Seluruh gigi permanen terbentuk di dalam rahang setelah lahir, kecuali pada gigi molar pertama yang terbentuk sebelum lahir. Beberapa perubahan yang terlihat pada gigi permanen antara lain:

- a. Lengkungan gigi menjadi lebih pendek.
- b. *Overbite* vertikal berkurang sebesar 0,5 mm hingga usia 18 tahun.
- c. *Overjet* berkurang sebesar 0,7 mm pada usia 12-20 tahun (Marwah et al., 2020).

1.2.2. Kebiasaan Buruk Oral

Kebiasaan adalah suatu perilaku berulang yang dilakukan secara spontan. Perilaku ini biasanya muncul pada masa kanak-kanak kurang dari 6 tahun dan sebagian besar anak berhenti sendirinya (Gupitasari et al., 2018).

Kebiasaan buruk dalam rongga mulut dapat menyebabkan maloklusi. Fungsi dentofasial seperti mengunyah, bicara, oklusi gigi, struktur jaringan penyangga gigi, dan penampilan dipengaruhi oleh kebiasaan buruk. Pengaruh ini dapat bersifat sementara atau permanen, bergantung pada keadaan dan usia anak (Gupitasari et

al., 2018). Kebiasaan buruk ini mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan maksilofasial kranial, bergantung pada sifat, awal, dan durasi kebiasaan tersebut (Zou et al., 2018).

Klasifikasi Kebiasaan Oral. Sistem klasifikasi yang berdasarkan perkembangan, etiologi dan koreksi dari kebiasaan oral (Marwah et al., 2020).

Kebiasaan oral menurut James (1923).

1. *Useful*: kebiasaan fungsi normal seperti posisi lidah, penelanan dan pernapasan yang benar, serta penggunaan bibir yang tepat saat berbicara.
2. *Harmful*: kebiasaan mencakup penyimpangan dari gigi dan lengkung gigi, seperti kebiasaan bernapas melalui mulut, menggigit bibir, menghisap ibu jari, dan menghisap bibir (Marwah et al., 2020).

Kebiasaan oral menurut Finn (1987).

1. *Compulsive*: kebiasaan oral yang diperoleh sebagai perasaan terikat pada anak sejauh mana keamanannya terancam.
2. *Non-compulsive*: kebiasaan yang mudah hilang dari pola perilaku anak ketika mereka dewasa. Ini memungkinkan anak-anak untuk membangun kebiasaan baru yang lebih dapat diterima secara sosial dan meninggalkan kebiasaan tertentu yang tidak diinginkan (Marwah et al., 2020).

Macam Kebiasaan Buruk Oral.

1. Menghisap Jari

Kebiasaan mengisap jari biasanya dimulai dan diakhiri pada masa kanak-kanak. Jika kebiasaan menghisap jari terus terjadi dan tidak dihentikan setelah tahun kedua kehidupan, perilaku ini dapat menyebabkan kelainan bentuk lengkung rahang yang akan menjadi lebih sulit dan lebih lama untuk dikoreksi (Goldstein et al., 2019; Saghiri et al., 2020).

Menghisap jari terdiri dari dua jenis. (1) Menghisap jari aktif, dimana kekuatan yang kuat dari otot wajah untuk mempengaruhi perkembangan rahang bawah, rahang atas, dan gigi. (2) Menghisap jari pasif, dimana anak memasukkan jari mereka ke dalam mulut tanpa menggunakan tenaga, dan tidak berdampak pada bentuk kerangka atau gigi. Anak-anak yang mengisap jari mereka selama minimal enam jam sehari menunjukkan kelainan parah pada sistem dento alveolar mereka (Oyamada et al., 2016).

Kebiasaan menghisap jari dapat menyebabkan peningkatan panjang lengkung maksila, gigitan terbuka, maloklusi Klas II, gigitan silang posterior, serta pemanjangan dan penyempitan tulang hidung. Mengisap jari dapat merusak gigi sulung dan berkontribusi pada resorpsi atipikal gigi sentralis sulung rahang atas, maloklusi, dan disfungsi bicara (Goldstein et al., 2019; Saghiri et al., 2020).

Perkembangan struktur orofasial anak dapat terganggu oleh kebiasaan bibir seperti menghisap bibir dan menelan yang melibatkan otot mentalis yang hiperaktif (Goldstein et al., 2019).

2. *Bruxism*

Dari semua kebiasaan oral destruktif, *bruxism* adalah kebiasaan yang paling merusak, termasuk kerusakan bentuk dan integritas tepi insisal gigi anterior. *Bruxism* merupakan reaksi stres terhadap berbagai kondisi gigi atau medis, seperti maloklusi, infeksi, malnutrisi, dan alergi, dapat menyebabkan *bruxisme*. Kondisi ini meningkatkan frekuensi munculnya *bruxism* (Goldstein et al., 2019).

3. Kebiasaan Mendorong Lidah (*Tongue Thrusting*)

Tongue thrusting biasanya ditandai dengan penempatan lidah di antara gigi anterior dan aktivitas otot sirkumoral yang berlebihan selama menelan (Goldstein et al., 2019).

Tongue thrusting dapat menyebabkan gigi anterior berdesakkan, meningkatkan kemungkinan impaksi kaninus bukal, dan mengubah bentuk lengkung menjadi berbentuk “V”, yang disebut *narrow tapered* (Saghiri et al., 2020).

4. Menggigit Pipi

Salah satu kebiasaan mulut merusak yang paling umum adalah gigit pipi. Kebiasaan menggigit pipi mungkin disebabkan oleh kehilangan gigi sebagian atau seluruhnya. Terdapatnya jaringan fibrosa yang terbentuk tarikan kronis pada jaringan mukosa pipi di antara gigi saat menghisap. Untuk mendeteksi pasien menggigit pipi, dokter dapat memeriksa batas pipi (Goldstein et al., 2019).

5. Bernapas melalui Mulut

Bernapas melalui mulut umum di masa kanak-kanak, seringkali terdapat alasan khusus untuk bernapas melalui mulut, seperti alergi, pembesaran jaringan limfoid nasofaring, dan asma. Bernapas melalui mulut yang berkepanjangan selama periode pertumbuhan kritis tertentu di masa kanak-kanak menyebabkan perubahan gigi dan tulang. Pernapasan mulut kronis hampir selalu memiliki erupsi gigi molar yang berlebihan. Erupsi molar ini menyebabkan mandibula bergerak *clockwise* selama pertumbuhan. Ini menyebabkan wajah bagian bawah menjadi lebih tinggi. Gigitan terbuka anterior dan retrognati mandibula sering dikaitkan dengan peningkatan tinggi wajah bagian bawah (Goldstein et al., 2019).

Bernapas melalui mulut mempengaruhi perkembangan mulut dan wajah. Pertama, lidah tergeser dari palatum kerasnya, membuat tekanan pada pipi mempengaruhi inklinasi gigi molar atas. Hal ini menyebabkan penyempitan gigi molar atas dan crossbite posterior dan palatum yang dalam (Saghiri et al., 2020). Posisi lidah yang rendah ditunjukkan dengan pernapasan mulut dan menghambat ekspansi lateral dan pertumbuhan rahang atas ke depan. Perilaku bernapas melalui mulut dan menjulurkan lidah, yang berkembang pada anak-anak, dapat bertahan hingga dewasa (Goldstein et al., 2019).

6. Menggigit Kuku (*Onychophagia*)

Menggigit kuku merupakan kebiasaan parafungsional yang menyebabkan maloklusi. Anak kecil yang sering menggigit kuku biasanya didorong secara psikologis. Wanita cenderung lebih sering menggigit kuku daripada pria, terutama pada masa remaja. Prevalensinya 26% anak perempuan dan 18% anak laki-laki menggigit kuku (Baeshen, 2020).

Faktor etiologi menggigit kuku adalah tekanan psikologis, perilaku imitasi, genetika, dan transferensi mengisap jempol. Menggigit kuku dapat menyebabkan infeksi bakteri dan masalah orofasial. *Overbite* sedang lebih umum ditemukan pada orang dengan kebiasaan menggigit kuku (Baeshen, 2020).

Kebiasaan dievaluasi dengan mengenali bentuk kuku bergerigi, lesi di tepi bebas kuku dan mikrotrauma di dasar kuku (Rodríguez-Olivos et al., 2022). Penatalaksanaan menggigit kuku dengan penguatan positif dan modifikasi perilaku (Baeshen, 2020).

7. Kebiasaan Menelan yang Salah

Masalah miofungsional yang ditandai dengan perubahan posisi lidah selama proses menelan dikenal sebagai menelan atipikal. Etiologinya adalah kebiasaan nonfungsional, genetika, pernapasan mulut, dan akibat alergi. Menelan atipikal dianggap sebagai faktor risiko utama terjadinya maloklusi akibat ketidakseimbangan saraf-otot, seperti gigitan terbuka anterior dan gigitan silang posterior (Gonçalves et al., 2022).

Anak dengan kebiasaan menelan atipikal lebih cenderung mengalami maloklusi di ketiga bidang ruang (vertikal, sagital dan transversal).²⁴ Gerakan lidah yang mendorong ke arah anterior atau lateral terhadap lengkung gigi selama menelan merupakan kebiasaan menelan yang salah. Persentase gangguan penelanan pada anak sekitar 25-35% (Achmad, Areni, et al., 2022).

8. Diet

Meningkatnya konsumsi makanan lunak dianggap sebagai penyebab maloklusi (*crowded*). Pengunyahan yang kuat dapat mempercepat pertumbuhan tulang wajah, terutama pada arah transversal, pelebaran lengkung maksila dan lengkung mandibula. Diet lunak dapat menyebabkan lengkung rahang yang sempit bersamaan dengan gigi *crowded*, sehingga mengunyah makanan yang keras mengurangi gigi *crowded* dan meningkatkan keausan interproksimal (Saghiri et al., 2020).

1.2.3. Otot Orofasial

Sistem stomatognatik terdiri dari tulang rahang atas dan rahang bawah, ligamen dan sendi temporomandibular, otot-otot pengunyahan, dan struktur periodontal yang bekerja secara bersamaan dalam menjalankan fungsi pengunyahan, penelanan dan fungsi fonatik. Kompleks fungsional ini dan otot leher mempengaruhi sistem *cranio-cervical-mandibular* (Messina et al., 2019).

Otot orofasial terdiri atas otot pengunyahan, otot pipi dan bibir, otot palatum lunak, otot suprahoid, dan otot lidah. Otot ini berfungsi untuk mengunyah, menelan, dan berbicara. Pengunyahan melibatkan pergerakan rahang bawah, Penelanan melibatkan koordinasi lidah, palatum lunak, dan otot suprahoid, dan berbicara melibatkan kontraksi otot orofasial dan laring (Rosero Salazar et al., 2019).

Salah satu fungsi terpenting dari sistem stomatognatik adalah pengunyahan, yang melibatkan gerakan mandibula yang cepat dan kerja neuromuskuler yang sangat terkoordinasi dengan modulasi dan adaptasi terus menerus terhadap beban. Sistem saraf, reseptor perifer (mengatur input sensorik), dan otot pengunyahan (menghasilkan respons otak dan adaptasi gerakan) terus-menerus terlibat selama pengunyahan. Kualitas hidup pasien selama masa kanak-kanak, dewasa, dan lanjut usia sangat dipengaruhi oleh proses yang kompleks pengunyahan (Piancino and Kyrkanides, 2016).

Otot pengunyahan terdiri dari empat pasang otot yang melekat pada mandibula, otot ini berperan mengangkat mandibula dan menggerakkan mandibula maju, mundur, atau ke samping. Otot pengunyahan berkembang dari lengkung faring pertama, yang juga bertanggung jawab untuk perkembangan beberapa struktur tulang wajah.

Anatomi dan Fungsi Otot Orofasial.

Anatomi dan fungsi Otot Pengunyahan.

1. Otot Masseter

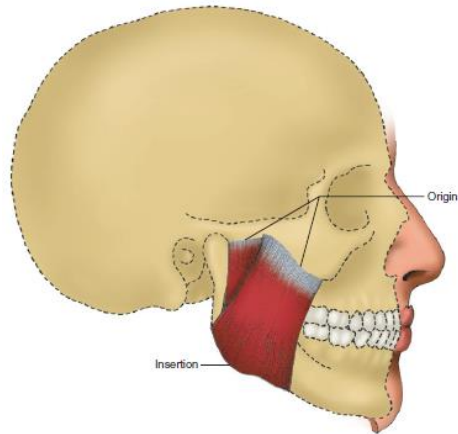
Otot masseter adalah otot pengunyahan yang paling kuat. Otot masseter berasal dari dua area di lengkungan zygomaticus. Origo serabut kepala superfisial berasal dari batas inferior duapertiga anterior arkus zygomaticus, kemudian mengarah ke bawah berinsersio ke dalam sudut mandibula di sisi lateral dan sedikit ke belakang. Origo serabut kepala dalam muncul dari batas inferior sepertiga posterior arkus zygomaticus dan seluruh sisi medial arkus zygomaticus, kemudian tegak mengarah ke bawah. Ketika otot masseter dikontraksi, mandibula terangkat dan mulut tertutup (Gambar 2) (Brand and Isselhard, 2017).

Terdapat korelasi positif antara ketebalan otot masseter dan lebar kraniofasial. Individu dengan otot tebal memiliki wajah dan lengkung yang lebih lebar. Ketebalan otot masseter dapat dikorelasikan dengan morfologi wajah (Saghir et al., 2020).

2. Otot Temporalis

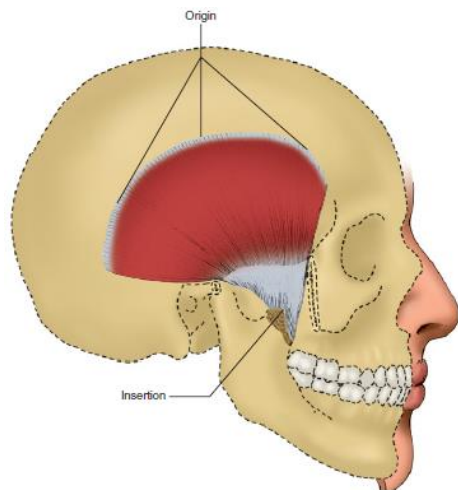
Otot temporalis memiliki origo yang sangat luas dari fascia dan seluruh fossa temporal. Di atas telinga, serabut anterior berjalan hampir vertikal, tetapi serabut posterior berjalan lebih horizontal. Semua serabut berinsersio ke prosesus coronoideus mandibula dan terkadang menuruni batas anterior ramus mandibula sampai ke gigi molar ketiga (Gambar 3). Jika seluruh otot berkontraksi, prosesus koronoid tertarik secara keseluruhan ke arah posterior, mengangkat mandibula hingga mulut tertutup. Jika hanya serabut posterior

yang berkontraksi, prosesus koronoid tertarik secara horizontal ke arah posterior. Otot temporalis bertanggung jawab memposisikan mandibula dalam arah vertikal, otot ini sangat sensitif terhadap gangguan oklusal (Achmad, Supiaty, et al., 2022; Brand and Isselhard, 2017).



Gambar 2. Pandangan lateral skeletal menunjukkan bahwa origo otot masseter berasal dari zygomatic arch. Arah Serabut ke bawah dan sedikit ke belakang untuk masuk ke sudut mandibula

Sumber: Brand RW, Isselhard DE. Anatomy of orofacial structures: a comprehensive approach. Elsevier Health Sciences; 2017 Dec 8



Gambar 3. Otot temporal memiliki origo yang luas dari fossa temporal. Perhatikan serabut otot vertikal, miring, dan horizontal, yang berinsersio terutama pada sisi medial dan ujung prosesus koronoideus

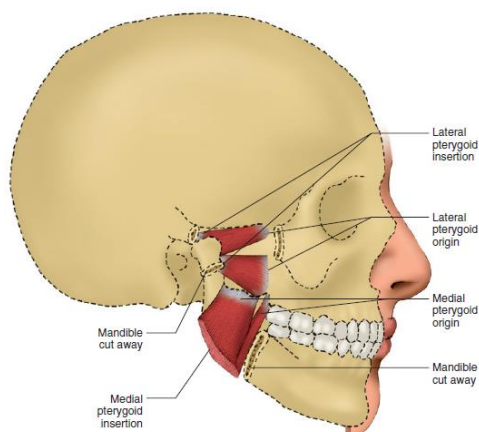
Sumber: Brand RW, Isselhard DE. Anatomy of orofacial structures: a comprehensive approach. Elsevier Health Sciences; 2017 Dec 8

3. Otot Pteregoid Medial

Dua origo utama otot pterygoid medial adalah fossa pterygoid dan sisi medial lempeng pterygoid lateral, serta area kecil tulang palatina di ujung bawah lempeng pterygoid medial dan lateral, yang dikenal sebagai prosesus piramida tulang palatina. Origo yang lebih kecil tepat di depan area tersebut, berasal dari tuberositas maksila tepat di belakang gigi molar ketiga. Semua serabut berinsersio ke angulus mandibula di sisi medial, tepat di seberang penyisipan masseter di sisi lateral. Ketika otot berkontraksi, terjadi elevasi mandibula dan penutupan mulut (Brand and Isselhard, 2017).

4. Otot Pteregoid Lateral

Otot pterigoid lateral juga memiliki dua origo. Origo dan serabut kepala yang kecil berasal dari puncak infratemporal tulang sphenoid. Origo dan serabut kepala yang besar dan lebih inferior berasal dari sisi lateral pelat pterigoid lateral, berlawanan dengan origo otot pterygoid medial. Serabut dari kedua origo otot pterygoid lateral berjalan secara horizontal ke arah posterior. Serabut berinsersio ke dalam batas anterior diskus sendi setelah menembus kapsul sendi temporomandibular (TMJ) (Gambar 4). Serabut-serabut origo tersisa dan serabut inferior masuk ke dalam leher kondilus di sisi anterior dan medial (Brand and Isselhard, 2017).



Gambar 4. Pandangan lateral skeletal menunjukkan asal otot pterygoid lateral dari puncak infratemporal dan lempeng pterygoid

Sumber: Brand RW, Isselhard DE. *Anatomy of orofacial structures: a comprehensive approach*. Elsevier Health Sciences; 2017 Dec 8

Otot pterigoid lateral memiliki beberapa gerakan. Ketika kepala inferior pterygoid lateral kiri dan kanan berfungsi, kondilus bersama diskus yang melekat terbawa ke anterior, sehingga membantu mandibula protrusi dan tertekan. Jika hanya satu pterygoid lateral yang berkontraksi, gerakan lateral akan terjadi ke sisi berlawanan dari otot yang berkontraksi. Kepala superior pterygoid lateral berfungsi untuk menggigit atau memandu gerakan posterior

kondilus dan diskus saat kembali ke posisi sentris. Kepala superior pterygoideus lateral berelaksasi dan mengontrol gerakan saat otot lain tertarik ke posterior (Tabel 1) (Brand and Isselhard, 2017).

Tabel 1. Otot-otot pengunyahan

Otot	Origo	Inersio	Fungsi
Masseter	Batas inferior arcus Zygomaticus	Bagian lateral angulus mandibula	Elevasi mandibula
Temporalis	Fossa temporal	Procesus Coronoideus	Mengangkat dan meretrusi mandibula
Pterygoideus medial	Plate dan fossa pterygoid dan tuberositas maxilla	Bagian medial angulus mandibula	Mengangkat mandibula
Pterygoideus lateral	Crest infratemporal dan plate pterygoid lateral	Batas anterior TMJ dan leher condyle	Memajukan, menekan dan menggerakkan mandibula ke lateral

Sumber: Brand RW, Isselhard DE. Anatomy of orofacial structures: a comprehensive approach. Elsevier Health Sciences; 2017 Dec 8

Anatomi dan fungsi otot kelompok oral. Otot di sekitar rongga mulut yang paling bertanggung jawab atas fungsi pengunyahan dan bicara. Otot-otot kelompok oral adalah m. levator labii superioris alaeque nasi, m. levator labii superioris, m. zygomaticus minor, m. zygomaticus major, m. levator anguli oris, m. buccinator, m. orbikularis oris, m. depressor anguli oris, m. depressor labii inferioris, dan m. mentalis (Brand and Isselhard, 2017).

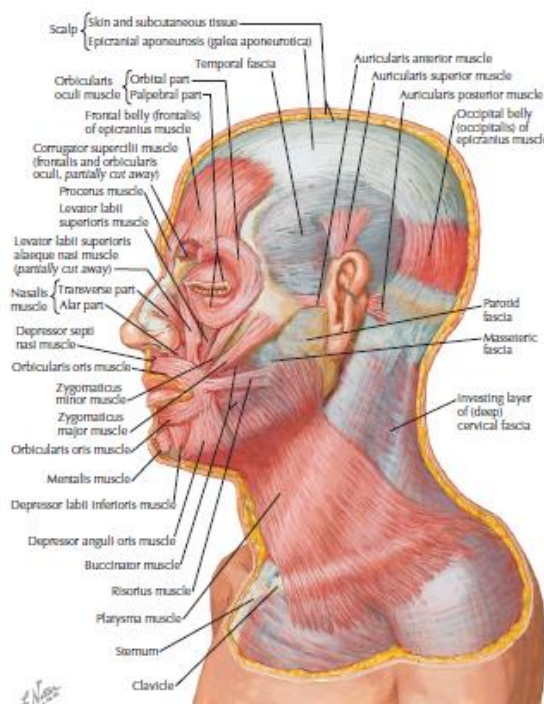
Otot-otot di sekitar rongga mulut membantu pengunyahan serta mempengaruhi ekspresi dan pengucapan. Tekanan otot di sekitar rongga mulut yang normal membantu menjaga gigi kesejajaran gigi. Jika tekanan yang tidak normal diberikan oleh menggigit bibir/pipi, menekan bibir, atau kebiasaan oral lainnya, menyebabkan gigi bergerak keluar dari kesejajarannya (Piancino and Kyrkanides, 2016). (Tabel 2 dan Gambar 5).

Tabel 2. Kelompok otot oral

Otot	Origo	Inersio	Fungsi
Oribucularis Oris	Anterior nasal spine	Kulit bibir	Menutup dan menekan bibir
Levator labii superioris	Lower orbit	Orbikularis oris	Mengangkat bibir atas
Zygomaticus minor	Os Zygomaticus	Oribukularis oris	Mengangkat bibir atas
Zygomaticus mayor	Os Zygomaticus	Oribukularis oris/ sudut mulut	Mengangkat sudut mulut

Levator anguli oris	Maxilla	Orbikularis oris/ sudut mulut	Menarik sudut mulut ke mid line
Depresor labii inferioris	Batas inferior mandibula	Orbikularis oris/ tengah bibir bawah	Menarik bibir bawah ke bawah
Depresor anguli oris	Batas inferior mandibula	Orbikularis oris/ sudut mulut	Menarik sudut mulut ke bawah
Mentalis	Permukaan anterior mandibula	Kulit dagu	Menarik kulit dagu
Bucinator	Raphae pterigo mandibular	Orbikularis oris/ sudut mulut	Menarik sudut mulut ke belakang dan menekan pipi
Risorius	Angulus mandibula	Kulit disudut mulut	Membantu tersenyum

Sumber: Brand RW, Isselhard DE. Anatomy of orofacial structures: a comprehensive approach. Elsevier Health Sciences; 2017 Dec 8

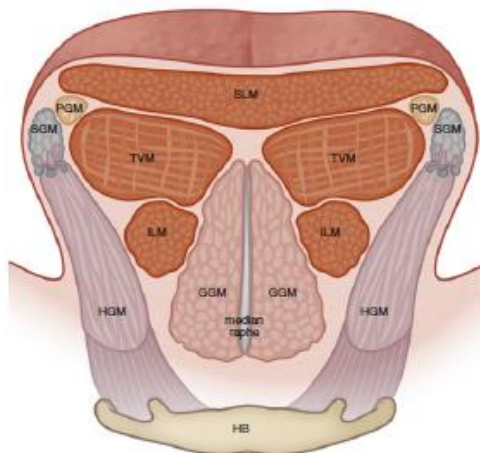


Gambar 5. Otot ekspresi wajah

Sumber: Brand RW, Isselhard DE. Anatomy of orofacial structures: a comprehensive approach. Elsevier Health Sciences; 2017 Dec 8

Anatomi dan fungsi otot kelompok lidah. Lidah adalah organ otot bergerak yang membentuk sistem stomatognatik di dasar mulut. Lidah berperan dalam

fungsi mengunyah, menelan, menghisap, dan berbicara. Lidah terdiri dari delapan pasang otot, yang terbagi menjadi intrinsik dan ekstrinsik (Gambar 6). Otot intrinsik bertanggung jawab atas perubahan bentuk lidah: otot longitudinal superior, otot longitudinal inferior, otot transversal, dan otot vertikal (Tabel 3). Otot ekstrinsik yang berasal dari struktur tulang proksimal, bertanggung jawab atas pergerakan lidah: genioglossus, styloglossus, palatoglossus, dan hyoglossus (Gambar 7) (von Arx and Lozanoff, 2017).



Gambar 6. Gambaran otot lidah intrinsik dan ekstrinsik pada bidang koronal (GGM: otot genioglossus, HB: tulang hyoid, HGM: otot hyoglossus, ILM; otot longitudinal bawah, PGM: otot palatoglossus, SGM: otot stiloglossus, SLM otot longitudinal superior, TVM: otot transversal dan vertical)

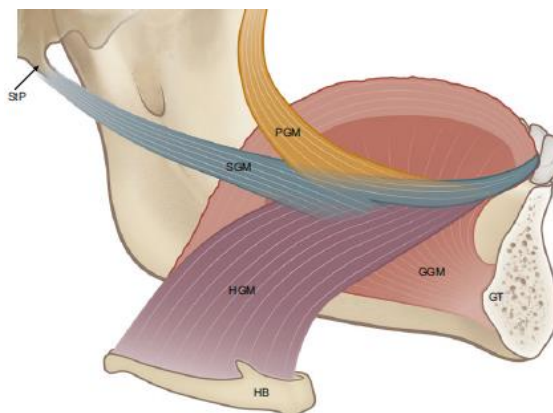
Sumber: Von Arx T, Lozanoff S. Clinical oral anatomy: a comprehensive review for dental practitioners and researchers

Tabel 3. Gambaran otot lidah

Otot	Jenis	Origo	Inersio	Gerakan
Genioglossus (oblique bagian atas)	Ekstrinsik	Genial Tuberkel	Badan Lidah	Menarik badan lidah kebawah
Genioglossus (bagian bawah horizontal)	Ekstrinsik	Genial Tuberkel	Dasar Lidah	Menarik pangkal lidah kedepan
Hyoglossus	Ekstrinsik	Tulang Hyoid	Sisi Lidah	Menarik dan menekan lidah
Styloglossus	Ekstrinsik	Prosesus Styloideus	Sisi Lidah	Menarik dan mengangkat lidah
Palatoglossus	Ekstrinsik	Palatum Lunak	Sisi Lidah	Menarik dan mengangkat lidah

Superior longitudinal	Intrinsik	Dasar Lidah	Bagian Superior ujung lidah	Memendekkan dan melengkungkan ujung lidah
Inferior longitudinal, medial compartement	Intrinsik	Dasar Lidah	Bagian Inferior ujung lidah	Memendekkan dan melengkungkan ujung lidah
Inferior longitudinal, lateral compartement	Intrinsik	Dasar Lidah	Bagian Inferior ujung lidah	Memendekkan dan melengkungkan ujung lidah
Transverasal	Intrinsik	Median Septum	Margin Lateral	Menyempitkan lidah
Longitudinal	Intrinsik	Mukosa Dorsal	Mukosa Ventral	Meratakan Lidah

Sumber: Von Arx T, Lozanoff S. Clinical oral anatomy: a comprehensive review for dental practitioners and researchers. 2017



Gambar 7. Gambaran otot lidah ekstrinsik dilihat dari perspektif lateral kanan
 GGM: otot genioglossus, GT: tuberkulum genial, HB: tulang hyoid, HGM: otot hyoglossus, PGM: otot palatoglossus, SGM: otot stiloglossus, StP: prosesu stiloideus

Sumber: Von Arx T, Lozanoff S. Clinical oral anatomy: a comprehensive review for dental practitioners and researchers

Mekanisme kontraksi otot. Kontraksi otot menghasilkan gaya eksogen yang bekerja pada tendon dan tulang selama perkembangan muskuloskeletal. Sistem muskuloskeletal terdiri dari komponen otot, tulang, dan tendon. Fungsi awalnya terlihat pada kemampuan bergerak embrio yang berkembang. Janin mulai bergerak antara minggu ke-8 dan ke-10 kehamilan. Tahap perkembangan muskuloskeletal bertepatan dengan pembentukan kontak fisik antara akson motorik dan sel otot, serta pembentukan persimpangan neuromuskuler yang merupakan

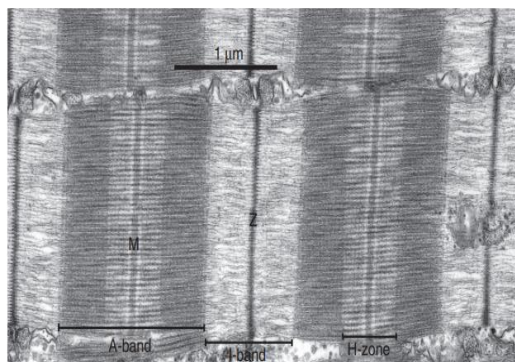
sinapsis kimiawi yang terbentuk antara saraf motorik dan otot (Felsenthal and Zelzer, 2017).

Sel-sel otot dirancang untuk memproduksi gerakan dan kekuatan. Otot tersebut dibedakan menjadi otot rangka, jantung, dan otot halus. Otot rangka menggerakkan tulang karena melekat padanya. Karena filamen aktin dan miosin yang menggerakkan kontraksi otot rangka, otot rangka disebut otot lurik. Sarkomer adalah unit kontraktile dasar otot lurik, yang berkumpul menjadi bundel silinder yang disebut miofibril (Sweeney and Hammers, 2018).

Semua sel otot memiliki jaringan miofibril yang terhubung meskipun frekuensi percabangan sarkomer turun dari awal hingga akhir perkembangan postnatal dan kedutan lambat yang lebih tinggi daripada otot dewasa pada kedutan cepat. Matriks miofibril bergabung di seluruh sel otot anak saat lahir maupun otot dewasa. Miofibril menempati sebagian besar volume seluler, menyisakan sedikit ruang untuk inti sel, sistem golgi, mitokondria, butiran glikogen, retikulum sarkoplasmik, dan organel lainnya (Sweeney and Hammers, 2018).

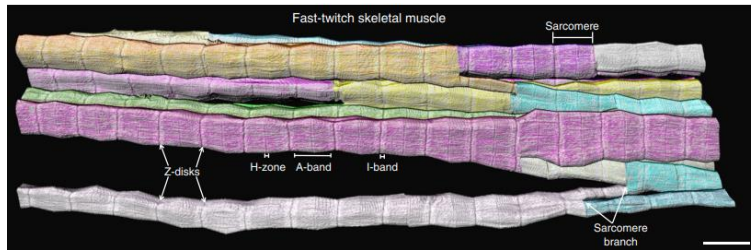
Sarkomer terdiri dari garis Z ke garis Z memanjang hanya beberapa mikrometer (Gambar 8), terdiri dari pita A yang mengandung filamen miosin (filamen tebal) di sekitar filamen aktin (filamen tipis). Pita A adalah area tengah sarkomer yang terdiri dari filamen miosin, protein motorik penghasil tenaga untuk otot rangka, jantung, dan otot polos (Sweeney and Hammers, 2018). Berdasarkan pengamatan mikroskop elektron 3D beresolusi tinggi pada ketiga area tepat sebelum dan sesudah Cakram Z, tidak ada hubungan yang jelas antara titik cabang sarkomer dan daerah sarkomer spesifik, seperti pita I (ada aktin, tidak ada miosin), pita A (tumpang tindih miosin dan aktin), atau zona H (ada miosin, tidak ada aktin) (Gambar 9) (Willingham et al., 2020).

Miosin adalah protein miofibril yang paling melimpah, lebih dari 40% protein miofibril dalam otot rangka. Miosin adalah superfamili protein motorik yang bertanggung jawab atas fungsi seluler dasar sel otot, termasuk penggerak, sitokinesis, dan kontraksi (Ojima, 2019).



Gambar 8. Sarkomer otot rangka

Sumber: Sweeney HL, Hammers DW. Muscle contraction. Cold Spring Harbor perspectives in biology. 2018



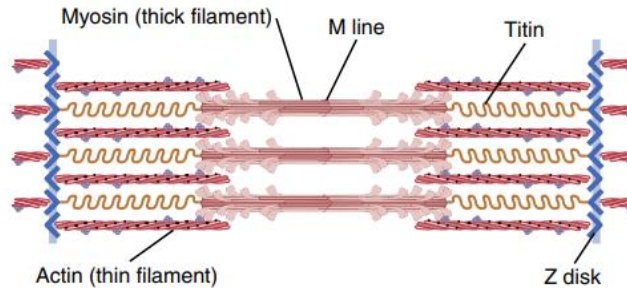
Gambar 9. Miofibril otot membentuk matriks yang sangat terhubung

Sumber: Willingham TB, Kim Y, Lindberg E, Bleck CK, Glancy B. The unified myofibrillar matrix for force generation in muscle. 2020

Miofibril otot lurik terdiri dari sarkomer yang berurutan. kedua ujungnya dibatasi oleh Garis Z, juga disebut Pita-Z. Pita Z adalah cakram tipis dengan kepadatan protein tinggi, indeks bias tinggi, dan kepadatan elektron tinggi. Serangkaian pita berurutan setengah Pita I, Pita-A, dan setengah Pita I, yang menunjukkan sifat optik-cahaya dan optik-elektron berdasarkan komponen strukturalnya (Sweeney and Hammers, 2018).

Pita-H dikenal sebagai Zona-H, merupakan area Pita A di mana filamen tebal adalah satu-satunya elemen longitudinal (Gambar 8). Namun, ada tiga segmen berbeda di area ini. Pita-M, daerah padat yang sangat sentral dengan pita-H yang memiliki crosslink yang menghubungkan filamen tebal ke dalam jaringan. Pengapit Pita-M adalah pita tipis yang lebih ringan yang disebut Zona L yang bebas jembatan. selain Pita-M, di mana tidak ada jembatan silang miosin yang menonjol dari pita filamen tebal. Pita-H lainnya lebih padat daripada zona L karena jembatan silang miosin memancar dari permukaan filamen tebal. Pendekatan sarkomer memerlukan penggeseran filamen tipis ke Pita A melalui filamen tebal, sehingga menyebabkan pita I- dan H memendek, sedangkan lebar garis-Z, Pita-A, Garis-M, dan Zona L tetap tidak berubah hal ini membentuk dasar untuk "teori filamen geser" dari kontraksi otot (Sweeney and Hammers, 2018).

Sejumlah besar molekul protein berfilamen yang disebut titin mempertahankan hubungan berdampingan antara filamen miosin dan aktin. Mesin kontraktile sarkomer bekerja karena molekul titin bertindak sebagai kerangka yang menahan filamen miosin dan aktin pada tempatnya. Salah satu ujung molekul titin bersifat elastis dan melekat pada cakram Z, bertindak sebagai pegas dan berubah panjang saat sarkomer berkontraksi dan relaksasi (Gambar 10) (Hall, 2020). Komponen utama sarkomer adalah titin protein raksasa dikenal sebagai connectin; -3–3,7 MDa. Titin bergerak ke garis Z di terminal aminonya, melintasi setengah Pita I, berinteraksi dengan filamen tebal di tepi pita-A, dan terletak di sepanjang permukaan filamen tebal, dengan terminal karboksilnya di garis-M. Terdapat enam molekul titin terhubung ke setiap filamen tebal, tiga di kedua sisi garis-M. Area Pita I titin adalah area yang dapat diregangkan, yang bertanggung jawab elastisitas otot yang beristirahat. Elastisitas ini menyebabkan Pita A berada di sarkomer selama kontraksi dan relaksasi (Sweeney and Hammers, 2018).



Gambar 10. Organisasi protein dalam sarkomer

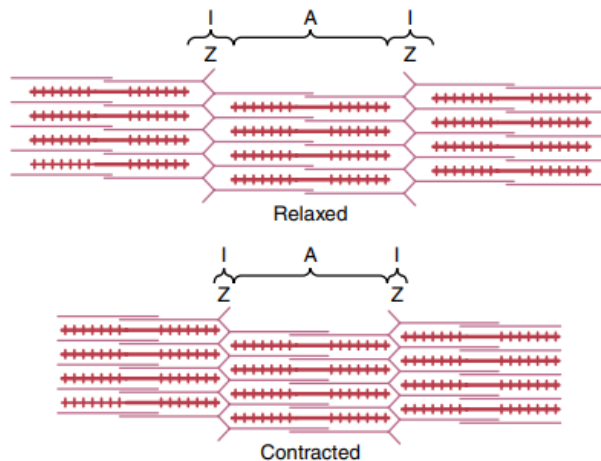
Setiap molekul titin memanjang dari Cakram Z ke garis M. Bagian dari molekul titin terkait erat dengan filamen tebal miosin, sedangkan molekul lainnya kenyal dan berubah panjang saat sarkomer berkontraksi dan relaksasi.

Sumber: Hall JE, Hall ME. Guyton and Hall textbook of medical physiology e-Book. Elsevier Health Sciences; 2020 Jun 13

Monomer aktin (G-aktin) berpolimerisasi menjadi filamen panjang (F-aktin) dengan adanya Mg^{2+} dan K^{+} serta kekuatan ionik fisiologis, membentuk heliks yang rapat. Selama proses ini, ATP dihidrolisis menjadi ADP. Meskipun panjang filamen aktin tidak diatur atau bahkan stabil tanpa pengaturan lainnya, stabilisasi panjang dicapai dengan penambahan protein penutup mencegah hilangnya atau penambahan monomer di ujung filamen. Pembentukan filamen aktin adalah polaritas struktural dan fungsional intrinsik yang disebabkan oleh orientasi seragam monomer aktin dalam filamen dan monomer penyusun domain nonidentik, sehingga setiap ujung filamen memiliki sifat yang berbeda. Bukti polaritas ini ditunjukkan oleh filamen aktin mengisi kepala miosin sepenuhnya, menghasilkan filamen yang ditutupi "mata panah" yang menunjuk jauh dari garis-Z, arah interaksi miosin-aktin untuk filamen geser selama pemendekan otot secara konsisten (Sweeney and Hammers, 2018).

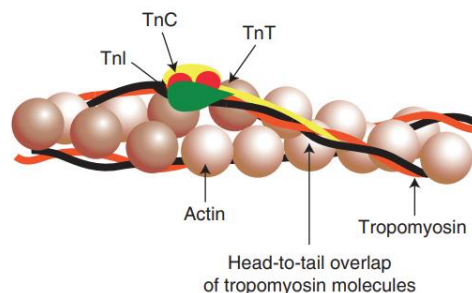
Kontraksi otot terjadi karena mekanisme pergeseran filamen, dimana terjadi keadaan relaksasi dan kontraksi sarkomer (Gambar 11). Dalam kondisi relaksasi, ujung filamen aktin yang memanjang dari dua cakram Z yang berurutan hampir tidak saling tumpang tindih. sebaliknya, dalam kondisi kontraksi, filamen aktin ditarik ke dalam antara filamen miosin, sehingga ujungnya saling tumpang tindih hingga batas maksimalnya. Cakram Z yang ditarik oleh filamen aktin hingga ujung filamen miosin, menyebabkan pergeseran filamen dan terjadilah kontraksi otot. (Hall, 2020).

Protein filamen tipis Tm dan Tn merespons Ca^{2+} untuk mengatur kontraksi otot lurik (Gambar 12). Tm adalah dua untai A-molekul koil heliks yang panjang dan tipis, berasosiasi dari ujung ke ujung untuk membentuk untaian kontinu yang menempati dua alur heliks aktin pada filamen tipis. Setiap molekul Tm merentang tujuh subunit aktin, sedangkan Tn adalah kompleks dari tiga subunit TnT, TnI, dan TnC, dengan satu kompleks yang terikat pada setiap molekul Tm. Molekul TnT memanjang melekatkan kompleks Tn ke Tm, sedangkan dua subunit lainnya berbentuk globular dan menghubungkan TnT ke aktin (Sweeney and Hammers, 2018).



Gambar 11. Keadaan relaksasi dan kontraksi dari tampilan myofibril (atas) pergeseran filamen aktin (pink) ke dalam ruang antara filamen miosin (merah) dan (dasar) menarik membran Z satu sama lain

Sumber: Hall JE, Hall ME. Guyton and Hall textbook of medical physiology e-Book. Elsevier Health Sciences; 2020 Jun 13



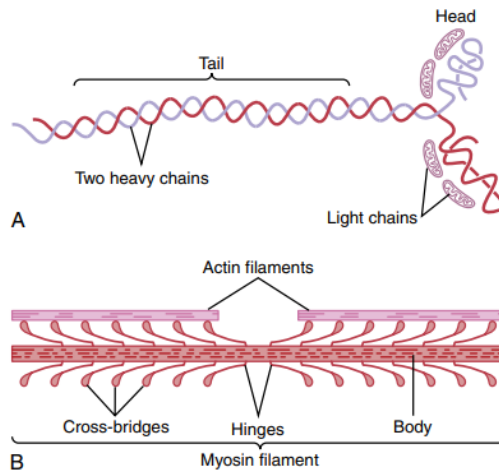
Gambar 12. Pengaturan filamen tipis. Protein filamen tipis tropomiosin dan troponin mengatur kontraksi otot lurik

Tropomiosin adalah molekul koil memanjang yang berikatan dengan permukaan filamen aktin tipis. Troponin terdiri dari tiga subunit — troponin T (TnT), yang berikatan dengan tropomiosin; troponin I (TnI), yang berikatan dengan aktin dan tropomiosin; dan troponin C (TnC).

Sumber: Sweeney HL, Hammers DW. Muscle contraction. Cold Spring Harbor perspectives in biology. 2018

Miosin otot adalah protein heksamerik yang terdiri dari dua rantai berat dan empat rantai ringan. Rantai berat memiliki dua bagian, yaitu "kepala" dan "ekor". Ekor adalah gulungan heliks yang terhubung ke dua kepala globular melalui engsel fleksibel. Perakitan molekul miosin menjadi filamen tebal memerlukan interaksi antara ekor miosin. Struktur kristal resolusi tinggi pertama dari kepala miosin menunjukkan area aktif untuk hidrolisis ATP, serta pengikatan dua rantai ringan ke

perpanjangan heliks tepat sebelum domain ekor dan tempat filamen aktin terikat. Motor molekuler yang menggerakkan kontraksi otot rangka adalah miosin (Gambar 13) (Sweeney and Hammers, 2018).



Gambar 13. Miosin

(A) Molekul miosin. (B) Kombinasi dari banyak molekul miosin untuk membentuk filamen miosin. Ribuan *cross bridge* miosin dan interaksi antara kepala *cross bridge* dengan filamen aktin yang berdekatan.

Sumber: Hall JE, Hall ME. Guyton and Hall textbook of medical physiology e-Book. Elsevier Health Sciences; 2020 Jun 13

Filamen aktin meluncur ke dalam di antara filamen miosin disebabkan oleh gaya yang dihasilkan oleh interaksi crossbridge dari filamen miosin dan filamen aktin. Gaya ini tidak aktif selama kondisi istirahat, tetapi ketika potensial aksi berjalan di sepanjang serabut otot, retikulum sarkoplasma melepaskan sejumlah besar ion kalsium yang dengan cepat mengelilingi miofibril. Proses kontraktile berkelanjutan membutuhkan energi dari ikatan energi tinggi dalam molekul ATP, yang terdegradasi menjadi molekul ADP untuk membebaskan energi (Hall, 2020).

Keadaan fungsional otot menentukan posisi *cross bridge*. Pada kondisi otot relaks, kebutuhan Mg ATP dan Ca^{2+} yang sangat rendah. Kepala miosin terletak di dekat permukaan filamen tebal, posisi cukup rapat di sekitar permukaan poros filamen tebal, kondisi ini disebut keadaan superrelaxed. Kedua kepala masing-masing molekul berinteraksi satu sama lain dalam posisi yang sedikit berbeda. Kepala menunjukkan Jalur heliks di sekitar tulang punggung filamen tebal. Filamen otot rangka terbungkus oleh tiga heliks paralel. Jarak antar level yang berdekatan yang terdiri dari *cross bridge*. Periodisitas heliks ini terlihat pada permukaan filamen tebal dari sarkomer, yang mempertahankan disposisi *cross bridge*. Tampilan ini juga terlihat pada filamen tebal yang terpisah, dengan pewarnaan negatif dapat meningkatkan kontras. Pita A menunjukkan 11 garis melintang yang terlihat pada interval pengulangan 43 nm dalam mikroskop elektron dari bagian lebih tebal

dari sarkomer yang rileks. Garis-garis ini muncul karena superimposisi profil cross bridge dan protein tambahan C dan H. Selama kontraksi otot, kepala miosin berinteraksi dengan filamen tipis dalam konser asinkron, dimana mereka tampak bergerak menuju ujung filamen berduri. Di sinilah gaya gerak pasca daya pelepasan $ADP + P$ memungkinkan pengikatan ATP yang cepat, pemisahan kepala miosin dari aktin, dan kembali ke filamen tipis lebih jauh ke arah ujung berduri (pada hidrolisis ATP). Garis Z yang tertarik satu sama lain menghasilkan pemendekan otot karena perputaran asinkron di antara kepala miosin dari setiap filamen tebal (Sweeney and Hammers, 2018).

Miosit adalah unit seluler struktur otot, mengandung protein khusus konsentrasi tinggi yang menggunakan energi kimia untuk menghasilkan kekuatan mekanik dalam bentuk kontraksi seluler. Miosit terlibat dalam kontraksi otot karena pergeseran filamen tipis melewati filamen tebal, menyebabkan pemendekan sarkomer (Sweeney and Hammers, 2018).

Dalam proses pensinyalan, sarkomer memberikan umpan balik seluler sebagai respon terhadap rangsangan berbasis kontraksi. Sebagai pemancar gaya yang dihasilkan oleh interaksi aktin-miosin, garis Z merupakan lokasi ideal untuk mekanisme penginderaan gaya yang memungkinkan miosit beradaptasi dengan beban (Sweeney and Hammers, 2018).

Sel otot rangka adalah sel besar berinti banyak inti dan terisolasi secara elektrik satu sama lain. Sel ini bergantung pada SR sebagai sumber aktivator Ca^{2+} . Sel ini diatur oleh Ca^{2+} berikatan dengan Tn, kemudian membebaskan Tm untuk bergerak di atas aktin dan berikatan dengan myosin (Sweeney and Hammers, 2018).

Inisiasi dan kontraksi otot terjadi dalam langkah-langkah berurutan berikut:

1. Potensial aksi pada serabut otot berjalan di sepanjang saraf motorik ke ujungnya.
2. setiap ujung saraf mengeluarkan sejumlah kecil neurotransmitter asetilkolin.
3. Asetilkolin bekerja pada area lokal membran serabut otot untuk membuka saluran kation bergerbang asetilkolin melalui molekul protein yang mengambang di membran.
4. Pembukaan saluran gerbang asetilkolin memungkinkan banyak ion natrium berdifusi ke dalam membran serabut otot yang menyebabkan depolarisasi lokal. Selanjutnya, pembukaan saluran natrium gerbang voltase memulai potensial aksi pada membran.
5. Potensial aksi berjalan di sepanjang membran serabut otot adalah sama dengan potensial aksi yang berjalan di sepanjang membran saraf
6. Membran otot dipolarisasi oleh potensial aksi, dengan banyak listrik mengalir melalui pusat serabut otot. Hal ini menyebabkan retikulum sarkoplasma melepaskan sejumlah besar ion kalsium yang telah disimpan di dalamnya.
7. Ion kalsium memulai gaya tarik-menarik antara filamen aktin dan miosin sehingga mereka bergeser satu sama lain, yang merupakan proses kontraktile.
8. Setelah beberapa detik, ion kalsium dipompa kembali ke retikulum sarkoplasma oleh pompa membrane Ca^{2+} dan tetap disimpan di dalam retikulum sampai

potensial aksi otot muncul, penghilangan ion kalsium, dari miofibril ini menyebabkan kontraksi otot berhenti (Hall, 2020).

Perkembangan Otot Orofasial. Perkembangan lengkungan branchial meliputi lengkungan 1 sampai 6. Lengkungan branchial 5 tidak berkontribusi pada pembentukan struktur dewasa. Lengkungan branchial 1 dan 2 masing-masing disebut sebagai lengkung mandibula dan hyoid. Setiap lengkungan ditutupi oleh jaringan *ectoderm* secara internal dan *endoderm* secara eksternal. Antara *ectoderm* dan *endoderm* terletak mesenkim yang terdiri dari *mesoderm* dan jaringan puncak saraf (Casale and Giwa, 2019).

Lengkungan *branchial* merupakan struktur embriologi yang berkembang menjadi struktur anatomi pada manusia dewasa. "Branchial" berasal dari bahasa latin "*branchia*", yang berarti insang, untuk menggambarkan perkembangan spesies ikan dan amfibi. Untuk anatomi manusia, istilah "lengkungan *branchial*" disebut juga "lengkungan *pharyngeal*". Lengkuangan branchial memunculkan wajah bagian bawah, leher, dan bagian atas dada, sedangkan prominensia frontonasal menampilkan dahi dan hidung, sedangkan. Struktur dewasa yang dibentuk oleh lengkung branchial adalah hasil kontribusi dari *primary germ layer*, termasuk *endoderm*, *mesoderm*, *ectoderm*, dan turunan sel *neural crest* (Casale and Giwa, 2019).

Perkembangan lengkung branchial bergantung pada sel *endoderm*, *mesoderm*, *ectoderm*, dan *neural crest* untuk perkembangan struktur individu. Lapisan *endoderm* berkembang membentuk endokrin leher, seperti kelenjar timus, tiroid, dan paratiroid. Lapisan *mesoderm* membentuk pembuluh darah dewasa, serta struktur otot sel endotel dan mioblas di kepala, leher, dan dada bagian atas. Sistem vaskular berperan penting terhadap fungsi tubuh secara keseluruhan sejak perkembangan awal dalam embriogenesis. Lapisan *ectoderm* terbagi menjadi domain medial dan lateral. Domain medial *ectoderm* saraf menghasilkan turunan neural, sedangkan domain lateral *ectoderm* permukaan menghasilkan kulit. Neural *ectoderm* menghasilkan neural crest yang bermigrasi ke *frontonasal prominence* untuk membentuk tulang tengkorak, rahang, telinga, serta tulang rawan yang ditemukan di kepala dan leher. *Ectoderm* permukaan ganda dan neural crest membentuk sistem saraf tepi (Casale and Giwa, 2019).

Otot orofasial berkembang dari *mesoderm* lengkung pharyngeal dan somit oksipital. Diferensiasi sel *mesodermal* berubah menjadi sel miogenik selama miogenesis embrionik otot rangka. Sel-sel ini bermigrasi ke bagian tubuh tertentu dan berdiferensiasi menjadi mioblast, kemudian berkembang dan bergabung menjadi miofibers. Meskipun awalnya masih kontroversial, populasi sel prekursor lainnya akan menjadi *quiescent satellite cell* (SC) pada otot dewasa yang membantu pertumbuhan dan regenerasi otot setelah cedera (Rosero Salazar et al., 2019).

Otot-otot orofasial terdiri dari otot-otot wajah bagian bawah dan rongga mulut. Perkembangan otot terjadi di dua area berbeda di kepala embrio. *Mesoderm* dari lengkungan pharyngeal menciptakan otot branchiomic, seperti otot pengunyahan,

buccinator, otot orbikularis oris, otot palatum lunak, dan otot suprahyoid. Somat oksipital menghasilkan otot-otot lidah (Rosero Salazar et al., 2019).

Kekuatan Otot Orofasial pada Gigi. Sistem stomatognatik yang tergolong statis adalah struktur gigi. Struktur ini memiliki banyak kekuatan yang menyeimbangkan. Empat faktor utama yang memengaruhi keseimbangan gigi: (1) Kekuatan intrinsik lidah, bibir, dan pipi; (2) Kekuatan ekstrinsik, seperti piranti ortodontik atau kebiasaan oral; (3) Kekuatan oklusi gigi; dan (4) Kekuatan membran periodontal, seperti erupsi gigi. Posisi istirahat lidah dan bibir paling penting, selain gaya periodontal. Ketika salah satu gaya ini menonjol, terjadi pergerakan gigi, dan gigi rentan terhadap tekanan atau gaya tertentu (Valentim et al., 2019).

Keseimbangan tekanan lidah, bibir, dan pipi berkontribusi pada pemeliharaan gigi pada posisinya. Kekuatan struktur ini lebih ringan daripada fungsi pengunyahan, tetapi durasinya lebih lama. Gayanya kecil, tetapi dapat menyebabkan gigi bergeser jika digunakan terlalu lama. Posisi akhir gigi yang menentukan bentuk akhir lengkung gigi, dihasilkan dari keseimbangan otot perioral melalui mekanisme buccinator dan tekanan intraoral dari otot lidah (Casale and Giwa, 2019). Ketika keseimbangan alami otot perioral terganggu, gigi dan rahang secara bertahap beradaptasi dengan ketidakseimbangan tersebut, sehingga gerakan dan pertumbuhan mulut menjadi tidak normal (Liu et al., 2023).

Maloklusi lebih sedikit ditemukan pada individu tanpa gangguan miofungsional. Dibandingkan dengan anak normal, anak-anak dengan gangguan miofungsional, biasanya memiliki gigitan terbuka, perubahan oklusal, kurangnya lip seal dan perubahan posisi kebiasaan lidah (Valentim et al., 2019).

Mengistirahatkan lidah pada posisi anterior dapat memengaruhi posisi gigi. Posisi lidah saat menelan yang sangat singkat berdampak pada posisi gigi. Namun, tekanan lidah saat menelan berlangsung sekitar satu detik. Saat terjaga, orang normal menelan sekitar 800 kali sehari, yang diakumulasi hanya beberapa menit sehingga tidak mempengaruhi keseimbangan intraoral. Erupsi gigi belakang dan penyempitan lengkung rahang atas dapat disebabkan oleh posisi lidah yang rendah. Sehubungan dengan pemeliharaan stabilitas oklusal, posisi lidah yang tidak adekuat menjadi salah satu penyebab utama kebiasaan oral. Tekanan yang diberikan oleh lidah mencegah erupsi gigi pada pasien dengan maloklusi gigitan terbuka. Tekanan istirahat bibir bawah lebih memengaruhi posisi gigi insisivus atas daripada bibir atas. Dalam beberapa penelitian, garis bibir yang tinggi ditunjukkan sebagai alasan di balik posisi gigi seri atas yang retroklinasi, sedangkan bibir yang hiperaktif atau otot mentalis sebagai penyebab (Valentim et al., 2019).

Maloklusi dipengaruhi oleh lidah, bibir, dan pipi secara signifikan. Mengingat hal-hal ini, lidah harus memberikan kekuatan tertentu selama istirahatnya. Ketika lidah diposisikan tidak tepat, tekanan yang mencapai gigi menyebabkan oklusi yang tidak adekuat. Gaya lidah normal yang berelaksasi sangatlah rendah pada permukaan lingual gigi-geligi rahang bawah. Kekuatan yang disebabkan oleh organ orofasial dapat memicu perpindahan gigi insisivus. Meskipun lidah memberikan

tekanan ringan, tetapi bila diberikan terus-menerus pada gigi, dapat mengganggu oklusi. Postur lidah istirahat selama berjam-jam sehari, dianggap penting secara klinis karena menghambat erupsi gigi insisivus, sehingga menyebabkan dan mempertahankan gigitan terbuka anterior (Valentim et al., 2019).

Sebagian besar pasien dengan maloklusi klas II memiliki otot perioral yang hiperaktif, yang ditandai dengan perubahan posisi lidah dan overjet yang meningkat. Beberapa laporan juga menunjukkan hubungan antara maloklusi klas II dan otot pengunyahan, yang ditandai dengan bibir pendek dan inkompeten (Nishi et al., 2018).

Otot Masseter dan buccinator merupakan otot utama pipi yang melekat pada maksila dan mandibula. Tekanan kedua otot yang diberikan pada sisi bukal gigi posterior rahang bawah setara dengan tekanan lidah pada sisi lingual, sekitar 2 g/cm². Sedangkan tekanan yang diberikan pada sisi bukal gigi posterior rahang atas lebih tinggi daripada tekanan lidah pada sisi lingual lidah, yaitu 1,0 g/cm². Namun, tekanan berubah selama mengunyah dan menelan. Ketika posisi mengunyah, buccinator sangat aktif pada awal gerakan penutupan, menyebabkan kontraksi pada tempat perlekatan otot. Ketika kekuatan lidah dan pipi mempertahankan posisi gigi posterior, keseimbangan tercapai. Pola normal ini akan berubah, Jika kebiasaan oral menyimpang (Achmad, Areni, et al., 2022). Otot temporalis membantu menyeimbangkan mandibula, mengontrol postur, dan berkoordinasi dengan masseter saat mengunyah (Nishi et al., 2018). Otot mentalis berperan menjaga bibir bawah dalam posisi sentris dan meningkatkan aktivitas bibir saat aktivitas orbikularis oris bawah menurun. Sebagai contoh, pada pasien yang lebih suka bernafas melalui mulut, aktivitas menelan otot mentalis lebih tinggi daripada otot orbikularis oris bawah (Achmad, Areni, et al., 2022).

Anak dengan maloklusi mengalami Inkompetensi bibir, dimana bibir bersentuhan ringan dengan mandibula dalam posisi istirahat klinis. Kondisi ini dianggap berdampak negatif pada pertumbuhan dan perkembangan kompleks kraniofasial (Yoshizawa et al., 2018).

Gangguan Miofungsional Orofasial. Gangguan miofungsional orofasial merupakan penggunaan otot wajah, bibir, dan lidah yang tidak normal. Gangguan ini disebabkan oleh kebiasaan kesalahan mengisap, kesalahan mengunyah dan menelan, masalah pernapasan hidung, serta kebiasaan mulut yang buruk yang terkait dengan morfologi, fungsi oral, dan faktor keturunan (Priode et al., 2020).

Gangguan miofungsional orofasial dapat terjadi sepanjang umur. Gangguan Ini mencakup disfungsi bibir, rahang, lidah, dan/atau orofaring yang mengganggu pertumbuhan, perkembangan, atau fungsi normal dari struktur oral lainnya. Maloklusi dan gangguan perkembangan wajah sebagai akibat dari berbagai penyebab utama atau kurangnya intervensi selama periode kritis. Diagnosis mempertimbangkan bagaimana pola gerakan atipikal mempengaruhi perubahan struktural dan bagaimana anomali struktural mempengaruhi kemampuan fungsional (Merkel-Walsh et al., 2020).

Prevalensi gangguan miofungsional orofasial secara global sebesar 48%. Prevalensi gangguan miofungsional orofasial di lingkungan sekolah umumnya hingga 50% anak yang dirawat oleh ahli patologi bahasa wicara dapat mengalami gangguan miofungsional orofasial (Thijs et al., 2021).

1.2.4. Terapi Miofungsional

Terapi miofungsional mencakup kombinasi latihan isotonik dan isometrik untuk memperkuat otot orofaringeal dan melatih kemampuan berbicara, bernapas, meniup, mengisap, mengunyah, atau menelan (Paolucci et al., 2023). Pentingnya intervensi dini terapi miofungsional untuk menyediakan lingkungan yang lebih baik untuk pertumbuhan anak dan meningkatkan hubungan oklusal, seperti memperbaiki crossbite dan wajah (Woon and Thiruvengkatachari, 2017).

Myofunctional Appliances adalah piranti perawatan interseptif terhadap disfungsi otot mulut dan wajah yang digunakan pada usia pertumbuhan. Piranti ini hanya efektif pada anak-anak yang sedang bertumbuh kembang, terutama mereka yang belum melewati *pubertal growth spurt*. Penggunaan piranti ini bertujuan untuk memodifikasi pertumbuhan dengan memanfaatkan, menghilangkan atau mengarahkan fungsi otot; pertumbuhan rahang, erupsi gigi, dan perbaikan maloklusi dan mengatasi diskrepansi rahang (Oyamada et al., 2016). Penggunaan piranti ini juga untuk membangun keseimbangan otot, menghilangkan disfungsi oral, dan memungkinkan panjang maksila dan mandibula yang tepat (Santamaría-Villegas et al., 2017).

1.2.5. Oral Motor

Oral motor adalah koordinasi dan pergerakan jaringan keras, jaringan lunak, sistem vaskuler, dan saraf area wajah dan mulut yang membentuk fungsi oral motorik. Koordinasi ini sangat penting untuk berbicara, mengunyah, dan menelan berbagai tekstur makanan (Sabilah et al., 2016).

Perkembangan oral motor dimulai saat bayi dalam kandungan dan berlanjut hingga usia empat tahun. Sejak usia kehamilan tiga bulan, janin mulai menggunakan otot dan gerakan seperti makan, yang berlanjut dengan reflek awal anak yang dilihat saat menyusui. Proses menyusui merupakan salah satu fungsi oral motor, yang perkembangannya struktur pembentuknya bertambahnya seiring usia bertambah. Fungsi pembentuk struktur oral motor menjadi matang pada usia lima tahun. Kematangan motorik mulut anak ditandai dengan Anak kemampuan melakukan semua gerakan mulut, seperti mengunyah, menelan, dan berbicara (Sabilah et al., 2016).

1.2.6. Elektromiografi (EMG)

Elektromiografi (EMG) merupakan teknik eksperimental yang berkaitan dengan pengembangan, perekaman, dan analisis sinyal *myoelectric*. Aktivasi serabut otot unit motorik menghasilkan sinyal listrik yang dideteksi oleh elektroda yang dikenal sebagai potensial aksi unit motor (Gupta et al., 2017).

Rangsangan serabut otot berperan penting dalam fisiologi otot melalui kontrol saraf. Keseimbangan ionic membentuk potensial istirahat (-80 sampai -90 mV) pada membran serabut otot saat tidak berkontraksi, antara ruang dalam dan luar sel otot. Perbedaan potensial ini dipertahankan oleh pompa ionik, yang menghasilkan muatan negatif di permukaan dalam sel dibandingkan dengan permukaan luar yang bermuatan positif. Aktivasi sel tanduk anterior alfa-motorik (diinduksi oleh sistem saraf pusat) menghasilkan konduksi sepanjang saraf motorik. Modifikasi sifat difusi membran serabut otot mengakibatkan aliran ion Na^+ di permukaan menyebabkan depolarisasi membran, kemudian mengarah ke proses repolarisasi yaitu pertukaran ion dalam arah mundur dalam pompa ion aktif (Gupta et al., 2017).

EMG dengan bantuan elektroda, yang mendeteksi aktivitas bioelektrik dalam otot manusia. Terdapat dua jenis elektroda EMG: elektroda permukaan dan elektroda yang dimasukkan. Elektroda yang dimasukkan selanjutnya dibagi menjadi dua jenis: elektroda jarum dan kawat halus (Gupta et al., 2017).

Elektroda permukaan. Elektroda EMG permukaan menggunakan metode non-invasif untuk mengukur dan mendeteksi sinyal EMG. Arus dapat mengalir ke elektroda dengan konduksi elektrolitik, melalui keseimbangan kimia antara kulit tubuh dan permukaan pendeteksi (Gupta et al., 2017).

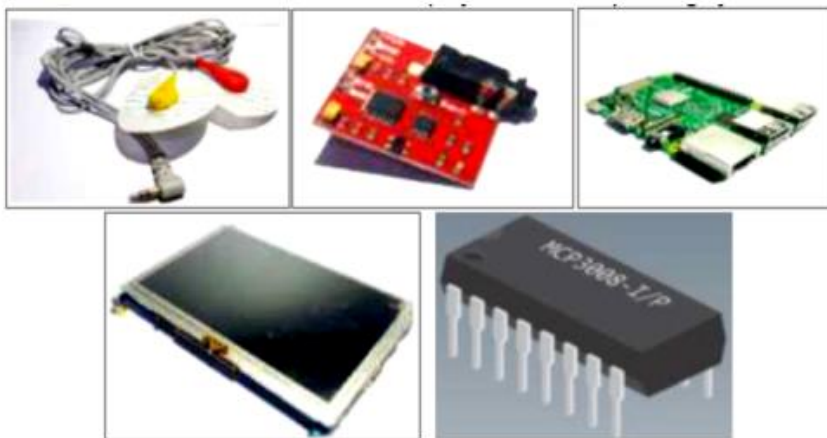
Kelebihan elektroda EMG permukaan adalah sederhana dan mudah diimplementasikan, tidak memerlukan pengawasan dan sertifikasi medis. Keterbatasan elektroda EMG permukaan adalah hanya digunakan untuk otot superfisial saja dan sinyalnya dapat terdistorsi jika posisi kulit tidak dijaga tetap stabil (Gupta et al., 2017). Elektroda berukuran 30×22 mm, hanya digunakan untuk satu pasien. Tiga sadapan elektroda permukaan digunakan untuk merekam aktivitas otot temporalis dan masseter, dua elektroda untuk perekam dan satu elektroda referensi (Nishi et al., 2018).

Elektroda otot temporalis ditempatkan dua sentimeter di atas lengkung zygomatic dan dua sentimeter di belakang sudut mata. Elektroda otot masseter ditempatkan satu sentimeter dari sudut mandibula, tetapi otot ini dapat ditemukan dengan meraba kontraksi otot saat mengatupkan gigi (Achmad, Supiaty, et al., 2022).

Mekanisme kerja perangkat elektromiografi (EMG). Komponen perangkat EMG terdiri dari beberapa bagian (Gambar 14), seperti: (1) Elektroda permukaan sebagai penerima sinyal otot masseter, temporalis, dan mentalis; (2) Baterai sebagai catu daya; (3) *Raspberry Pi* sebagai sirkuit papan tunggal; (4) Elektromiografi (EMG)

berfungsi untuk merekam aktivitas listrik otot dan sebagai pengubah sinyal IC (*integrated circuit*) MCP3008; dan (5) LCD 5 inci sebagai tampilan *interface* dari sistem operasi data (Achmad, Areni, et al., 2022).

EMG merekam memproses data mulai dari berbagai bentuk rangsangan yang diterima oleh sensor elektroda permukaan yang terhubung ke EMG. Selanjutnya sinyal ini diterima oleh IC MCP3008 untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital. Hal ini diperlukan karena komponen *Raspberry Pi* hanya dapat menerima sinyal digital. Sinyal digital dilakukan perhitungan untuk mengetahui tingkat kelainan atau masalah yang dialami oleh otot Masseter, Temporalis dan Mentalis, kemudian hasil perhitungan akan ditampilkan di LCD. EMG pada prinsipnya membutuhkan dua catu daya 9V agar berfungsi dengan baik (Achmad, Areni, et al., 2022).



Gambar 14. Komponen perangkat elektromiografi

Sumber: Achmad H, Areni IS, Ramadany S, Inayah NH, Agustin R, Ardiansya R. Reduction of excessive overjet in pediatric malocclusion using myofunctional therapy accompanied by electromyography activity evaluation in orofacial muscles. Journal of International Dental and Medical Research. 2022

Selain hasil perhitungan aktivitas listrik otot dapat di lihat pada LCD perangkat EMG, perangkat juga dapat dihubungkan ke laptop/PC untuk menampilkan hasil secara grafis. Data sebaiknya diambil saat pasien proses menelan, mengunyah, posisi istirahat dan menggigit (Achmad, Areni, et al., 2022).

Fungsi tes pemeriksaan elektromiografi. Anak-anak mengalami fase pertumbuhan dan perkembangan di mana struktur tulang dapat berubah. Kebiasaan fisiologis seperti bicara, menelan dan mengunyah dapat membantu pertumbuhan rahang yang normal (Rodríguez-Olivos et al., 2022).

Pemeriksaan elektromiografi penting untuk mempelajari aktivitas otot. Rekaman grafis elektromiografi akan menampilkan potensial listrik dari aktivitas otot berdasarkan analisis sinyal listrik yang dihasilkan kontraksi otot (Auccahuasi et al.,

2019). Pemeriksaan elektromiografi kontraksi otot orofasial dapat menambah informasi penting tentang hubungan antara bentuk dan fungsi sistem stomatognatik pada subjek muda (Marquezin et al., 2014). Pasien diminta agar kepala dan tubuh diam saat pemeriksaan elektromiografi agar tidak mempengaruhi hasil elektromiograf permukaan (Gambar 15) (Nishi et al., 2018).



Gambar 15. Pemeriksaan kontraksi otot orofasial (masseter dan temporalis) dengan elektromiografi

Sumber: Achmad H, Areni IS, Ramadany S, Inayah NH, Agustin R, Ardiansya R. Reduction of excessive overjet in pediatric malocclusion using myofunctional therapy accompanied by electromyography activity evaluation in orofacial muscles. Journal of International Dental and Medical Research. 2022

Kompleks maksilofasial terdiri dari sistem skeletal, otot, dan gigi, dalam kondisi harmoni fungsional memberikan oklusi yang seimbang. Disfungsi otot dapat mengakibatkan maloklusi, disfungsi sendi temporomandibular, nyeri miofasial, kelelahan. Masalah ini dapat dideteksi melalui elektromiografi (Achmad, Supiaty, et al., 2022).

Tes fungsi menelan. Selama penilaian, pasien diposisikan duduk dengan kepala santai sambil bersandar pada dinding dan kaki di lantai, kemudian pasien diinstruksikan menelan. Metode non-invasif (seperti Analisis myoscan dan dinamometri) sering digunakan untuk mengukur kekuatan otot perioral. Analisis myoscan seperti *Myoscanner 160-B* (OMFT; Maartensdijk, De Bilt, Utrecht, Belanda), dapat mengukur tekanan bibir, gaya ekstensi lidah, dan gaya kontraksi masseter. Saat pengukuran otot, dilakukan tiga percobaan gaya isometrik maksimal dengan istirahat tiga menit di antaranya. Satuan terbaik yang digunakan untuk analisis statistik adalah satuan pound (Messina et al., 2019).

Pertumbuhan kraniofasial dan bentuk tulang belakang dipengaruhi oleh fungsi otot orofasial, seperti masseter, temporal, dan orbikularis oris. Disfungsi menelan mempengaruhi morfologi wajah dari kekuatan otot perioral (lidah, otot bibir dan otot masseter), dan dapat mengakibatkan maloklusi (Messina et al., 2019).

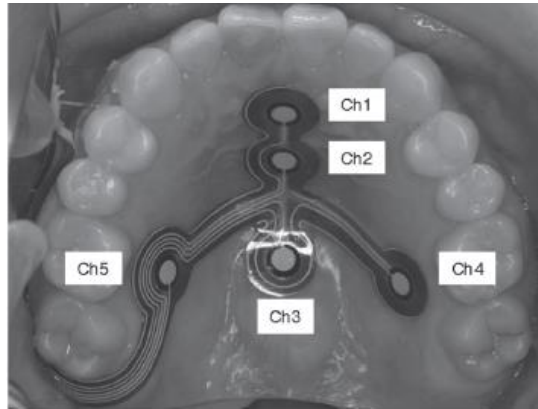
Tes fungsi menggigit. Dimensi otot pengunyahan, oklusi gigi, morfologi wajah, dan nyeri fungsional merupakan faktor utama yang mempengaruhi besaran gaya gigitan. Kekuatan gigitan meningkat ketika gigi dalam kontak oklusal. Meningkatnya jumlah gigi yang erupsi mempengaruhi kekuatan gigitan terhadap perkembangan struktur dan fungsi sistem pengunyahan.¹ Aktivitas otot dianalisa selama kontraksi, dengan pasien melakukan oklusi kekuatan maksimum selama kurang lebih 5 detik (Kato, 2018).

Kebiasaan oral yang buruk dapat mempengaruhi keseimbangan neuromuskuler orofasial, menyebabkan kelainan pertumbuhan kraniofasial tergantung. (Marquezin et al., 2014)

Tes fungsi mengunyah. Makanan melalui pengunyahan proses biofisik dan biokimia akan menjadi bolus. Pergerakan otot fasial mulut dan lidah memiliki peran utama dalam distribusi bolus pada permukaan oklusal gigi (Kato, 2018).

Tes pengunyahan standar bergantung pada jenis makanan (keras, lunak, atau impulsif). Berbagai jenis makanan dapat digunakan sebagai makanan uji, baik alami maupun buatan. Literatur menyebutkan, kacang paling umum digunakan, karena harganya yang murah, relatif seragam dalam ukuran dan kekerasan (memenuhi standarisasi) serta dapat digunakan tanpa persiapan sebelumnya. Manfaat lain kacang adalah banyak dikonsumsi, mengembangkan fungsi pengunyahan, sebagai nutrisi alami yang sehat, dan pengujiannya cepat. Pasien dianjurkan mengunyah secara alami dari satu sisi ke sisi lain. Tes pengunyahan standar ditentukan oleh kualitas dan kuantitas makanan yang sama saat siklus pengunyahan pertama (Kato, 2018).

Tes tekanan lidah. Pengukuran tekanan lidah selama menelan dengan menggunakan lembar sensor setebal 0,1 mm dengan lima titik pengukuran, yaitu Ch1: bagian posterior-lateral kiri, Ch2: bagian mid-median, Ch3: bagian median-posterior, dan Ch5: bagian posterior-lateral kanan (Gambar 16). Lembar sensor melekat pada mukosa palatal dengan menggunakan perekat gigi imitasi. Saat pasien duduk, posisi bidang horizontal Frankfort sejajar dengan lantai. Tekanan lidah diukur selama menelan 4,0 ml air jeli tawar. Setelah makanan uji diletakkan dalam mulut, penguji meminta mereka untuk menahan makanan uji di lidah mereka sebelum menelannya sekaligus. Selama proses ini, tekanan lidah diukur. Setiap subjek melakukan lima percobaan menelan, dan rata-rata diambil sebagai nilai individu masing-masing pasien (Kurihara et al., 2019).

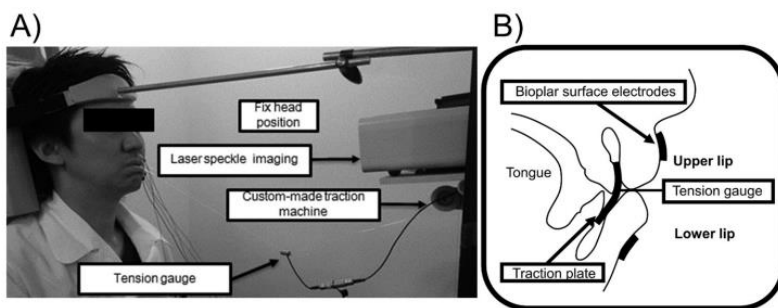


Gambar 16. Tampilan oklusal dari lembar sensor yang terpasang pada rahang atas (Ch1: anterior-median; Ch2: median tengah; Ch3: posterior-median; Ch4: posterior-lateral kiri; Ch5: posterior-lateral kanan)

Sumber: Kurihara K, Fukui T, Sakaue K, Hori K, Ono T, Saito I. The effect of tongue thrusting on tongue pressure production during swallowing in adult anterior open bite cases. *Journal of oral rehabilitation*. 2019

Tes kontraksi bibir. Pengukuran kekuatan otot orbikularis oris saat pasien duduk di kursi dengan kepala rileks dan dagu stabil. Pelat traksi terbuat dari bahan termoplastik (Bioplast; Scheu Dental, Iserlohn, Jerman) dimasukkan ke dalam ruang depan mulut, kemudian mesin penguji (Digital Force Gauge ZP & Motorized Test Stands MH-1000N; Imada, Toyohashi, Japan) menarik tali pelat traksi dengan kecepatan konstan 45 mm per menit. Pasien diberi instruksi untuk menghisap pelat dan tidak menggigit dengan gigi gerahamnya. Gaya yang dibutuhkan pelat untuk keluar dari ruang depan mulut diukur sebagai kekuatan tarik orbikularis oris. Setiap subjek melakukan pengujian tiga kali dengan jeda sepuluh menit setiap pengujian (Priede et al., 2020).

Subjek diposisikan duduk tegak sehingga bidang horizontal Frankfort sejajar dengan lantai, dan diinstruksikan untuk bernapas melalui hidung. Pelat traksi dimasukkan di ruang depan mulut atas dan bawah (Gambar 17). Kemudian dihitung ketegangan kontraktile maksimum untuk setiap subjek. Di setiap antara pengujian, subjek beristirahat selama 10 menit tanpa pelat traksi dalam posisi duduk sebelum pengukuran kembali (Takada et al., 2017).



Gambar 17. Aktivitas otot bibir diukur dengan menarik pelat traksi yang terhubung ke pengukur tegangan

(A) Pandangan lateral dari pengukur tegangan yang terhubung ke mesin traksi yang dibuat khusus selama periode latihan. (B) Ilustrasi skematis pelat traksi intraoral.

Sumber: Takada JI, Miyamoto JJ, Sato C, Dei A, Moriyama K. Comparison of EMG activity and blood flow during graded exertion in the orbikularis oris muscle of adult subjects with and without lip incompetence: a cross-sectional survey. *European journal of orthodontics*. 2018 May 25

1.2.7. Evaluasi Klas Maloklusi Gigi

Mengevaluasi kelas oklusi gigi semua peserta dinilai dalam posisi duduk dengan postur kepala santai dan interkusipasi gigi maksimal. Klasifikasi maloklusi gigi menurut klasifikasi Angle berdasarkan hubungan antara molar pertama dari lengkung gigi (Messina et al., 2019).

1.2.8. Maloklusi pada Anak Berkebutuhan Khusus

Anak-anak berkebutuhan khusus sering mengalami karies dan kehilangan gigi sulung secara prematur, yang berpotensi menyebabkan maloklusi pada gigi permanen. Penelitian mengungkapkan bahwa prevalensi maloklusi lebih tinggi di antara anak berkebutuhan khusus dibandingkan dengan anak sehat (Cuoghi et al., 2016).

Kebiasaan oral yang merusak yang dimiliki anak berkebutuhan khusus, seperti menghisap jari, bernapas melalui mulut, menjulurkan lidah, dan masalah pertumbuhan otot terkait faktor keturunan yang memperparah kejadian maloklusi (Borges-Oliveira et al., 2010; Cuoghi et al., 2016).

Pada penelitian Cuoghi dkk (2016) menunjukkan tingginya maloklusi pada anak berkebutuhan khusus. Maloklusi Klas II lebih sering ditemukan pada anak berkebutuhan khusus, diikuti Klas I, dan kemudian Klas III. Sedangkan pada anak sehat, paling umum ditemukan maloklusi Klas I, diikuti Klas II, dan kemudian Klas III (Cuoghi et al., 2016).

Maloklusi klas III dan II adalah maloklusi paling sering ditemukan pada anak berkebutuhan khusus terutama pada penderita *Down Syndrome* (DS), *Cerebral palsy* (CP), dan *Intellectual Disability* (ID) (Cuoghi et al., 2016). Kasus *anterior crossbite* dan *crossbite posterior* lebih banyak terjadi pada penderita DS, sedangkan kasus *open bite anterior* (AOB) lebih banyak terjadi pada penderita CP (Borges-Oliveira et al., 2010; Cuoghi et al., 2016).

Temuan ini dapat dihubungkan dengan fakta bahwa anak dengan DS dan CP yang mendapat ASI lebih singkat dibandingkan anak normal, memiliki persentase lebih besar kebiasaan *non-nutritive sucking* yang berdampak pada masalah otot orofasial dan memicu munculnya maloklusi. Pemberian susu botol selama jangka waktu 24 bulan atau lebih memiliki peluang lebih besar untuk mengalami *crossbite*. Dot yang dari bahan yang kaku dapat menekan bagian dalam rongga mulut, menyebabkan susunan gigi yang tidak tepat dan pertumbuhan langit-langit melintang, sehingga menyebabkan *crossbite posterior*. Anak dengan CP menunjukkan peluang hampir 3x lebih besar untuk menderita AOB. Temuan ini dikarenakan ketidakmampuan otot melakukan penutupan bibir dan menyebabkan postur lidah anterior yang sistematis pada anak dengan CP (Borges-Oliveira et al., 2010).

Prevalensi maloklusi pada Anak Berkebutuhan Khusus. Pada penelitian Alkhadra dkk (2017) ditemukan peningkatan prevalensi maloklusi klas III pada anak DS (66%) dibandingkan dengan individu *autism disorder* (AD) (3-4%). Anak-anak dengan AD memiliki prevalensi klas I lebih tinggi (40-41%) dibandingkan dengan anak DS (10-14%). Mayoritas anak-anak DS dan AD memiliki overjet 2 mm dan *overbite* 20% (Alkhadra, 2017). Pada penelitian Cuoghi dkk (2016) ditemukan bahwa maloklusi klas II lebih sering terjadi pada anak berkebutuhan khusus (50,00% pada DS, 45,45% pada CP, dan 40,43% pada ID); *anterior crossbite* dan *posterior crossbite* lebih banyak terjadi pada DS. AOB lebih banyak terjadi pada CP (Cuoghi et al., 2016).

Pada penelitian Cuoghi dkk (2016) mengenai prevalensi *anterior crossbite*, ditemukan 16,7% pada DS, 6,4% pada ID, dan 6,1% pada CP. Sedangkan *posterior crossbite*, ditemukan 61,1% pada DS, 36,2% pada ID dan 27,3% pada CP. Hasil dikarenakan anak berkebutuhan khusus memiliki kelainan fisiologis dan kebiasaan non-nutritif yang lebih tinggi yang memicu terjadinya maloklusi (Cuoghi et al., 2016). Pada penelitian Alkhadra dkk (2017) ditemukan prevalensi *crossbite posterior* kanan dan kiri lebih tinggi pada kelompok DS (52%) dibandingkan dengan kelompok AD (8%) (Alkhadra, 2017).

Pada penelitian Cuoghi dkk (2016) dikemukakan bahwa AOB lebih banyak terjadi pada CP (36,4%) jika dibandingkan ID (25,5%) dan DS (22,2%). Prevalensi AOB pada anak sehat yang jauh lebih rendah. Perbedaan ini berhubungan dengan tingginya insiden kebiasaan buruk pada anak berkebutuhan khusus, seperti mengisap jempol, fungsi dan posisi lidah tidak normal (Cuoghi et al., 2016).

Pada penelitian Oliveira dkk (2010) mengenai kejadian maloklusi pada anak berkebutuhan khusus, yaitu *anterior crossbite* terjadi pada 20,4%, *posterior crossbite* pada 21,5%, dan AOB pada 29,8%. Terjadi *anterior crossbite* dan *posterior crossbite* pada DS disebabkan oleh beberapa faktor, seperti pemberian susu botol, dan kebiasaan non-nutritive sucking selama 24 bulan atau lebih, serta infeksi saluran pernapasan sebelumnya selama 6 bulan. Terjadinya AOB pada CP dapat disebabkan oleh faktor dan kebiasaan non-nutritive sucking selama 24 bulan atau lebih (Borges-Oliveira et al., 2010).

1.2.9. Maloklusi pada Anak *Down Syndrome*

Down Syndrome (DS), yang pertama kali dideskripsikan pada tahun 1866 oleh Dr John LH Down, adalah suatu kondisi genetik yang disebabkan oleh adanya kromosom 21 ekstra atau terkadang disebabkan oleh duplikasi bagian kecil kromosom. Insidendi 1 dari 600-1.100 kelahiran. Sindrom Down adalah penyebab utama keterbelakangan mental dan penyakit jantung (Korenberg et al., 1994).

Anomali gigi yang sering terjadi pada anak DS, antara lain keterlambatan erupsi gigi sulung dan gigi permanen, mikrodonsia, adanya jarak karena gigi berukuran kecil dan tidak adanya benih gigi, malposisi gigi, hipoplasia, anodontia parsial, gigi supernumerary, hipodontia, taurodontisme, perbedaan urutan gigi erupsi, dan kurangnya pertumbuhan pada lengkung rahang atas dan *bruxism* (Alkhadra, 2017).

Pada pasien dengan DS rentan terhadap jenis maloklusi tertentu, terutama maloklusi Angle Klas III *anterior open bite*, rahang atas sempit, prognatik mandibula, dan *posterior crossbite* (Alkhadra, 2017; Cuoghi et al., 2016).

Maloklusi tertentu pada pasien DS merupakan hasil dari perubahan oklusal vertikal dan transversal. Perubahan tersebut berhubungan dengan perkembangan tulang yang tidak mencukupi, hipotonia otot orofasial, dan posisi lidah. Pasien dengan DS umumnya memiliki penampilan wajah yang pendek dan penurunan perkembangan sepertiga tengah wajah, sehingga mengakibatkan maloklusi klas III. Lebar lengkung maksila dan mandibula adalah sama, yang mengakibatkan tingginya insiden maloklusi klas III dan *crossbite* (Alkhadra, 2017).

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah penelitian ini adalah

1. Apakah terdapat perbedaan kontraksi otot masseter dan temporalis antara anak *down syndrome* dan anak normal?
2. Apakah terdapat perbedaan kontraksi otot masseter dan temporalis anak *down syndrome* dan anak normal antara saat posisi istirahat dan menguayah?

3. Apakah terdapat perbedaan kontraksi otot masseter dan temporalis anak *down syndrome* dan anak normal berdasarkan kelompok usia dan jenis kelamin?

1.4. Tujuan Penelitian

1.4.1. Tujuan Umum

1. Untuk menganalisis perbedaan kontraksi otot masseter dan temporalis antara anak *down syndrome* dan anak normal.
2. Untuk menganalisis perbedaan kontraksi otot masseter dan temporalis pada anak *down syndrome* dan anak normal antara saat posisi istirahat dan menguyah.
3. Untuk menganalisis perbedaan kontraksi otot masseter dan temporalis pada anak *down syndrome* dan anak normal berdasarkan kelompok usia dan jenis kelamin.

1.4.2. Tujuan Khusus

Untuk mengetahui manfaat penggunaan elektromiografi dalam menilai kontraksi otot masseter dan temporalis terhadap terjadinya maloklusi khususnya pada anak *down syndrome*.

1.5. Manfaat Penelitian

1.5.1. Manfaat Teoritis

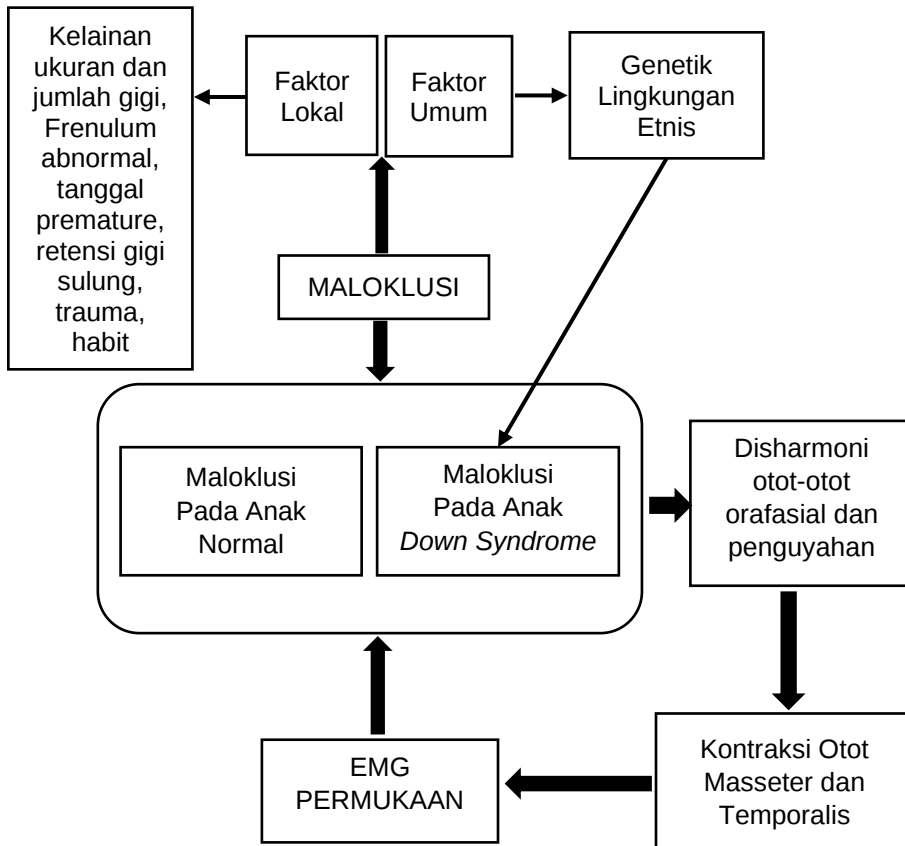
Menambah pengetahuan ilmiah tentang penilaian kontraksi otot masseter dan temporalis terhadap terjadinya maloklusi pada anak *down syndrome* dengan pemeriksaan elektromiografi.

1.5.2. Manfaat Praktis

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya ilmu pengetahuan pada umumnya dan di bidang kedokteran gigi anak pada khususnya.
2. Penelitian ini diharapkan menjadi dasar pengembangan ilmu pengetahuan dan penelitian lebih lanjut.

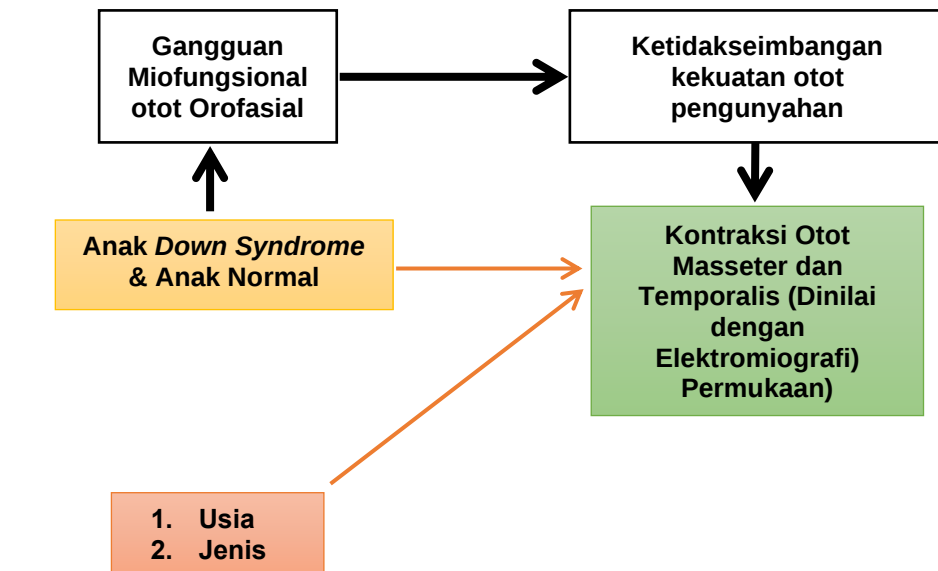
1.6. Kerangka Pemikiran

1.6.1. Kerangka Teori

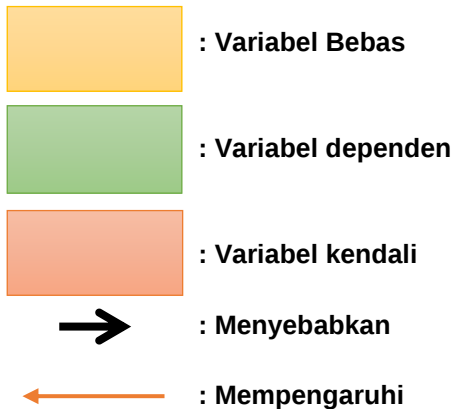


Deskripsi kerangka teori. Maloklusi dapat disebabkan oleh faktor umum (genetik, lingkungan, dan etnis) dan faktor lokal (terutama disharmoni otot pengunyahan dan perioral), maupun gabungan dari faktor umum dan lokal. Disharmoni otot pengunyahan masseter, temporalis, orbikularis oris, dan lidah dapat menyebabkan maloklusi pada anak. Dalam kasus maloklusi pada anak usia tumbuh kembang, kekuatan kontraksi otot masseter, temporalis, orbikularis oris, dan lidah akan mempengaruhi perkembangan dentofasial. Untuk mengetahui kekuatan otot-otot ini dapat menggunakan elektromiografi.

1.6.2. Kerangka Konsep



Keterangan:



1.7. Hipotesis

1. Ada perbedaan kontraksi otot masseter dan temporalis antara anak *down syndrome* dan anak normal.
2. Ada perbedaan kontraksi otot masseter dan temporalis pada anak *down syndrome* dan anak normal antara saat posisi istirahat dan mengunyah.
3. Ada perbedaan kontraksi otot masseter dan temporalis pada anak *down syndrome* dan anak normal berdasarkan kelompok usia dan jenis kelamin.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1. Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian observasional analitik, dimana penelitian yang dilakukan hanya melalui pengamatan tanpa ada intervensi terhadap subyek penelitian untuk mengetahui kontraksi otot masseter dan temporalis pada anak *down syndrome* (DS). Desain penelitian yang digunakan adalah *cross sectional*.

2.2. Tempat dan Waktu Penelitian

2.2.1. Lokasi Penelitian

Pengukuran dilakukan di Poli Kedokteran Gigi Anak RSGMP Universitas Hasanuddin dan sekretariat Komunitas Orang Tua Anak Down Sindroma (KOADS).

2.2.2. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus sampai Oktober 2024.

2.3. Populasi dan Sampel Penelitian

2.3.1. Populasi Penelitian

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh pasien anak *down syndrome* dan normal yang berkunjung ke poli Kedokteran Gigi Anak RSGMP Universitas Hasanuddin dan sekretariat Komunitas Orang Tua Anak Down Sindroma (KOADS).

2.3.2. Sampel Penelitian

Pengambilan sampel penelitian menggunakan metode *consecutive sampling* dimana semua subyek yang dipilih sesuai kriteria pemilihan. Pasien anak *down syndrome* telah diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi.

Kriteria Inklusi

- Pasien anak *down syndrome* dan anak normal dengan maloklusi Klas III
- Usia 6 - 18 tahun.
- Molar permanen pertama telah erupsi.
- Pasien belum pernah menjalani perawatan ortodontik sebelumnya.

Kriteria Eksklusi

- Pasien tidak kooperatif dilakukan pengujian EMG.
- Kelainan genetik atau sindrom selain *down syndrome*

2.3.3. Besar Sampel Penelitian

Sebagai penelitian observasional analitik, jumlah sampel penelitian ini dihitung berdasarkan rumus Lameshow, 1998:

$$n = \frac{\sigma^2 (Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta/2})^2}{(\mu_0 - \mu_a)^2}$$

$$n = \frac{1.90^2 (1.96 + 0.84)^2}{(7.37 - 5.82)^2}$$

$$n = 12$$

Keterangan:

n = jumlah sampel yang akan diteliti

σ = standart deviasi data populasi

μ = rata-rata populasi

$Z_{1-\alpha/2}$ = nilai distribusi normal baku pada α tertentu

$Z_{1-\beta/2}$ = nilai distribusi normal baku pada β tertentu

$\mu_0 - \mu_a$ = perkiraan selisih nilai mean yang diteliti dengan mean di populasi.

Berdasarkan perhitungan diatas jumlah sampel minimum sebanyak 12 sampel. Ditambahkan 3 sampel untukantisipasi dropout menjadi 15 sampel. Karena ada 2 kelompok, maka total sampel yang digunakan adalah 30 pasien.

2.4. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

2.4.1. Variabel Penelitian

- Variabel Independen: Anak *down syndrome* dan anak normal.
- Variabel Dependen: Kontraksi Otot Temporalis dan Masseter.
- Variabel Terkendali: Usia, jenis kelamin.
- Variabel Tidak Terkendali: Menguyah di sisi dominan.

2.4.2. Definisi Operasional

- *Down syndrome* adalah pasien yang telah di diagnosis “*down syndrome*” oleh dokter anak. Dengan ciri-ciri: mata miring ke atas dan ke luar, tangan lebar dengan ukuran jari pendek, telapak tangan hanya memiliki satu lipatan, hidung kecil dan tulang hidung rata, kepala kecil, tubuh pendek, serta lidah menonjol keluar.
- Anak normal adalah pasien maloklusi klas III tanpa kelainan kongenital dan sindromik lainnya.
- Kontraksi otot temporal adalah nilai yang ditunjukkan pada elektromiografi permukaan (superfisial) ketika otot temporal melakukan gerakan istirahat dan mengunyah dalam satuan *microvolt* (μV).
- Kontraksi otot masseter adalah nilai yang ditunjukkan pada elektromiografi permukaan (superfisial) ketika otot masseter melakukan gerakan istirahat dan mengunyah dalam satuan *microvolt* (μV).
- Usia adalah 6 - 18 tahun (molar permanen pertama telah erupsi) yang dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu, kelompok usia 6-12 tahun untuk masa gigi bercampur dan kelompok >12 tahun untuk masa gigi permanen.
- Jenis kelamin adalah subjek pria dan perempuan.
- Menguyah di sisi dominan adalah hal-hal yang menyebabkan pasien menguyah disalah satu sisi, seperti gigi berlubang, nyeri atau gangguan sendi temporomandibular, kebiasaan dll

2.5. Alat dan Bahan Penelitian

2.5.1. Alat dan Bahan Pemeriksaan Dasar

- Kaca mulut no 4.
- *Neirbeken*.
- Formulir pemeriksaan.
- Alat Tulis.
- Formulir *Informed Consent*.
- Kamera.
- *Mirror*.
- *Cheek retractor*.
- *Handschoen*.
- Masker.
- Kapas Kasa.
- Alkohol 70%.

2.5.2. Alat dan Bahan Pemeriksaan Kontraksi Otot

- Perangkat Elektromiografi.
- *Pads electrode*.
- Tisu Basah.
- Tisu Kering.
- Laptop.
- *Handschoen*.
- Masker.
- Kain latar hijau.



Gambar 18. Perangkat elektromiografi *Tongue Smart*

2.6. Prosedur Penelitian

2.6.1. Persiapan Pasien

- Orangtua pasien dijelaskan mengenai prosedur pemeriksaan otot masseter dan temporalis. Persetujuan dituangkan dalam *informed consent*.
- Mengisi formulir data lengkap termasuk form pemeriksaan.
- Pasien dipersilahkan duduk di dental unit dengan posisi kepala bersandar, tangan diletakan di atas paha.
- Pasien diberi arahan gerakan/posisi sebelum dilakukan pemeriksaan.

2.6.2. Pemeriksaan Otot Masseter

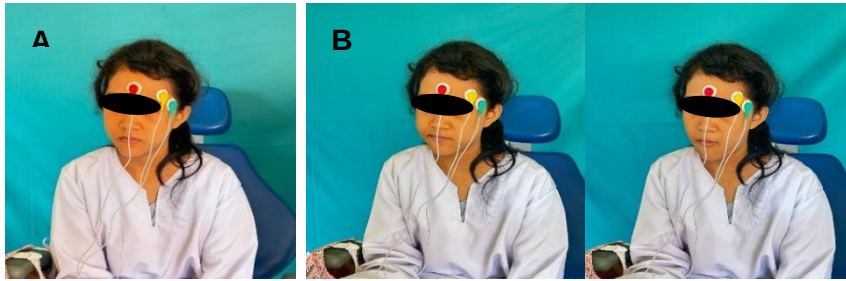
- Pasien diarahkan untuk menjaga kepala dan tubuh tetap diam karena pergerakan daerah kepala dan leher atau tubuh dapat mempengaruhi hasil EMG.
- Untuk posisi istirahat, pasien diarahkan untuk tidak menggerakkan lidah karena akan mengakibatkan rangsangan pada otot dan mungkin menunjukkan hasil yang berubah.
- Untuk mengunyah, pasien diarahkan untuk mengunyah secara alami dari satu sisi ke sisi lain. Tes pengunyahan standar ditentukan oleh konsumsi kacang dengan kualitas dan kuantitas yang sama.



Gambar 19. Pemeriksaan kontraksi otot masseter
(A) Saat Posisi istirahat. (B) Saat mengunyah

2.6.3. Pemeriksaan Otot Temporalis

- Pasien diarahkan untuk menjaga kepala dan tubuh tetap diam karena pergerakan daerah kepala dan leher atau tubuh dapat mempengaruhi hasil EMG.
- Untuk posisi istirahat, pasien diarahkan untuk tidak menggerakkan lidah karena akan mengakibatkan rangsangan pada otot dan mungkin menunjukkan hasil yang berubah.
- Untuk mengunyah, pasien diarahkan untuk mengunyah secara alami dari satu sisi ke sisi lain. Tes pengunyahan standar ditentukan oleh konsumsi kacang dengan kualitas dan kuantitas yang sama.



Gambar 20. Pemeriksaan kontraksi otot temporalis
(A) Saat Posisi istirahat; (B) Saat menguyah

2.7. Analisis Data

2.7.1. Pengolahan Data

Analisa dengan menggunakan program SPSS versi 26.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA).

2.7.2. Uji Statistik

Terlebih dahulu data dilakukan uji normalitas data menggunakan Shapiro-wilk oleh karena sampel kurang dari 50 (nilai $p > 0,05$ bermakna terdistribusi normal).

Jika data terdistribusi normal setelah menggunakan *Levene test* (nilai $p > 0,05$ bermakna varian sama/homogen), dilanjutkan uji komparatif menggunakan *Independent t-test* dan *Dependent t-test*.

2.8. Izin Etik

Penelitian ini telah mendapat ijin dari Badan Etika Penelitian Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin dengan Nomor: 0193/PL.09/KEPK FKG-RSGM UNHAS/2024.

2.9. Alur Penelitian

