

Maxillofacial prosthesis materials selection

Pemilihan bahan prosthesis maksilofasial

¹Hastinawaty, ²Vinsensia Launardo¹Postgraduate Programme in Prosthodontic, Faculty of Dentistry, Hasanuddin University²Department of Prosthodontic, Faculty of Dentistry, Hasanuddin University

Makassar, Indonesia

Corresponding author: **Hastinawaty**, e-mail: **hastinawaty202109@gmail.com****ABSTRACT**

Maxillofacial prosthetic materials are used to replace parts of the face that are missing due to infection, disease and trauma. Appearance and some functions can be restored with maxillofacial prostheses and improve the patient's quality of life. To achieve these functions, material selection is an important aspect of treatment planning. The literature review discusses the materials that can be used to make maxillofacial prostheses and how to select them by reviewing textbooks, clinical studies and articles from electronic databases Pubmed, Wiley, Google Scholar with some keywords. The most common materials currently used for manufacturing intraoral and extraoral prostheses are polymers and exhibit almost all the desired physical, biological and clinical properties although to date, none of the commercially available materials fulfil all the requirements of an ideal material. It is concluded that current maxillofacial prosthesis materials do not fully fulfil the required needs. There are advantages and disadvantages of certain materials so continued innovation to obtain new materials and further research needs to be done.

Keywords: maxillofacial prosthesis, silicone elastomers, polyphosphazenes**ABSTRAK**

Bahan prostetik maksilofasial digunakan untuk menggantikan bagian wajah yang hilang karena infeksi, penyakit dan trauma. Penampilan dan beberapa fungsi dapat dipulihkan dengan prosthesis maksilofasial dan meningkatkan kualitas hidup pasien. Untuk memperoleh fungsi-fungsi tersebut di atas, pemilihan bahan merupakan aspek penting dari perencanaan perawatan. Kajian pustaka membahas tentang bahan-bahan yang dapat digunakan untuk membuat prosthesis maksilofasial dan bagaimana memilihnya dengan mengulas buku teks, studi klinis dan artikel dari database elektronik Pubmed, Wiley, Google Scholar dengan beberapa kata kunci. Bahan yang paling umum saat ini digunakan untuk pembuatan prosthesis intraoral dan ekstraoral adalah polimer dan menunjukkan hampir semua sifat fisik, biologis dan klinis yang diinginkan meskipun sampai saat ini, tidak ada bahan yang tersedia secara komersial memenuhi semua persyaratan bahan yang ideal. Disimpulkan bahwa bahan prosthesis maksilofasial saat ini tidak sepenuhnya memenuhi kebutuhan yang dibutuhkan. Ada kelebihan dan kekurangan bahan tertentu sehingga masih terus dilanjutkan inovasi untuk mendapatkan bahan baru dan penelitian lebih lanjut perlu dilakukan.

Kata kunci: bahan prostetik maksilofasial, silikon elastomer, polifosfazen

Received: 10 April 2023

Accepted: 1 January 2024

Published: 1 August 2024

PENDAHULUAN

Cacat wajah dapat disebabkan oleh kelainan kongenital, trauma, atau operasi tumor.¹ Kanker kepala dan leher berkontribusi sebagai faktor utama sebagai etiologi cacat.²

Rehabilitasi pasien dengan disabilitas kepala dan leher akibat cacat bawaan maupun cacat yang didapat, dengan prosthesis maksilofasial menjadi upaya yang menantang dan membutuhkan pendekatan multidisiplin. Sebelumnya sulit untuk merehabilitasi pasien ini secara konsisten, namun saat ini dimungkinkan untuk mengembalikan sebagian besar struktur anatomi ke bentuk dan fungsi yang mendekati normal hingga pasien dapat menjalani kehidupan yang bermanfaat dan produktif. Kualitas perawatan meningkat signifikan jika terapis dapat menggunakan pendekatan multidisiplin.³

Prostetik maksilofasial didefinisikan sebagai cabang prosthodontik yang berhubungan dengan restorasi dan atau penggantian struktur stomatognatik dan kraniofasial dengan prosthesis yang dapat atau tidak dapat dilepas secara teratur atau elektif.⁴ Prosthesis ini digunakan untuk menggantikan sebagian atau seluruh struktur stomatognatik dan atau kraniofasial.⁵

Sejarah perawatan cacat maksilofasial dimulai sejak berabad-abad yang lalu saat orang Mesir dan Cina menggunakan lilin dan resin untuk merekonstruksi bagian yang hilang dari daerah kepala dan leher.⁶ Pencarian bahan yang ideal ini dimulai sejak tahun 1500 M, ketika prosthesis wajah dijelaskan oleh ahli bedah Prancis Ambrose

Pare pada tahun 1575,⁷ dan telah berevolusi dari bahan emas, perak, kertas, kain, kulit, tempa, logam, keramik, vulkanit, akrilik hingga lateks, polivinil klorida dan kopolimer, polietilen terklorinasi, elastomer poliuretan, silikon kelas medis dan poliposfazin.⁸

Silikon diperkenalkan pada tahun 1946, tetapi digunakan untuk pertama kali oleh Barnhart (1960) untuk prosthesis ekstra-oral⁹ dan menjadi lebih populer dibandingkan bahan lain tetapi beberapa sifatnya dipertanyakan. Jadi bahan maksilofasial yang ideal belum ditemukan. Kajian pustaka ini membahas lebih lanjut tentang bahan-bahan yang dapat digunakan untuk membuat prosthesis maksilofasial dan pertimbangan untuk memilihnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Prosthesis maksilofasial merupakan prosthesis yang digunakan untuk mengganti sebagian atau seluruh struktur stomatognatik dan atau kraniofasial. Seorang ahli prosthodontik maksilofasial harus mengatasi tidak hanya kesulitan dalam membuat prosthesis yang dapat diterima dan estetis tetapi juga reaksi psikologis pasien dan masyarakat. Keberhasilan rehabilitasi prostetik dari wajah dibatasi oleh sifat mekanik dan fisik dari bahan yang dipilih. Bahan prostetik maksilofasial yang ideal harus memiliki sifat fisik dan mekanik yang optimal. Ini termasuk kekuatan sobek yang tinggi, kekuatan tarik, biokompatibilitas, kemungkinan pewarnaan dan tingkat kekerasan yang memadai mirip dengan jaringan cacat. Kemajuan kimia polimer telah membarui minat dalam mengem-

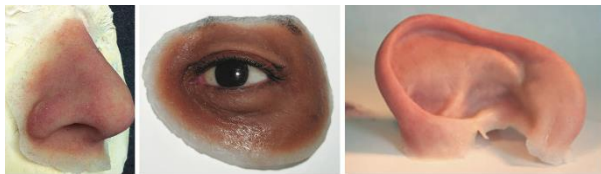
bangkan bahan baru untuk prostesis wajah. Hasil tinjauan pustaka ini juga menunjukkan bahwa bahan yang tersedia saat ini adalah resin akrilik, kopolimer akrilik, polimer vinil, elastomer poliuretan dan elastomer silikon.

Cacat wajah bisa akibat trauma atau operasi tumor, kelainan bawaan. Cacat seperti itu idealnya harus direkonstruksi melalui pembedahan untuk mengembalikan fungsi dan estetika, namun karena ukuran atau lokasi, rekonstruksi bedah mungkin tidak dapat dilakukan. Kondisi medis atau pribadi pasien juga dapat menghalangi operasi rekonstruktif. Anatomi dan tampilan normal dipulihkan oleh prostesis maksilofasial, melindungi jaringan yang rusak, dan memberikan manfaat psikologis yang besar bagi pasien.¹⁰

Prostetik maksilofasial adalah cabang prostodontik yang berhubungan dengan restorasi dan atau penggantian struktur stomatognatik dan kraniofasial dengan yang dapat atau tidak dapat dilepas secara reguler atau elektif.⁹ Klasifikasi bahan maksilofasial adalah rekonstruksi bedah yaitu bahan implan aloplastik dan rekonstruksi prostetik.¹¹

Persyaratan ideal untuk bahan maksilofasial adalah bahan yang digunakan harus biokompatibel, harus fleksibel pada suhu 4,4-60°C, warna dan transparansi harus sedekat mungkin dengan kulit sekitar, stabilitas kimia dan lingkungan, konduktivitas termal sebagai konduktor panas yang buruk, kemudahan pemrosesan dan kemudahan duplikasi, dan massaringan dan mudah bertahan pada posisinya dan nyaman bagi pasien.¹¹

Pemilihan bahan untuk pembuatan prostesis maksilofasial tergantung pada tujuan dari prosedur rehabilitasi; pemulihan estetika, fungsi, perlindungan jaringan, terapi atau efek psikologis.¹² Bahan maksilofasial digunakan untuk memperbaiki cacat wajah atau deformitas akibat operasi kanker, kecelakaan atau deformitas kongenital. Hidung, telinga, mata atau bagian lain dari kepala dan leher dapat direkonstruksi dengan prostesis ini (Gbr. 1), dan digunakan dalam industri film untuk efek khusus.¹³



Gambar 1 Berbagai jenis prostesis maksilofasial; **A** hidung, **B** mata, **C** telinga.¹³

Klasifikasi bahan prostetik maksilofasial meliputi resin akrilik, kopolimer akrilik, polivinil klorida dan kopolimer, polietil klorin, elastomer silikon seperti HTV, RTV, *foaming* silikon, dan bahan baru seperti kopolimer blok silikon, polifosfazen.¹⁴

Bahan prostetik maksilofasial yang tersedia pada saat ini adalah 1) resin akrilik yang telah berhasil digunakan untuk cacat wajah tertentu, terutama yang mengalami sedikit gerakan di dasar jaringan selama berfungsi. Keuntungan utama menggunakan resin akrilik adalah bahannya mudah didapat, sifat kimia dan teknik pengolahannya sudah dikenal oleh dokter gigi. Pewarnaan ekstrinsik dan intrinsik dapat digunakan dengan resin

akrilik. Goiato dkk, melaporkan bahwa kekerasan mikro resin tidak dipengaruhi oleh metode desinfeksi atau waktu penyimpanan. Kelemahan utama bahan adalah kekuatannya karena tidak dapat digunakan di jaringan yang mudah bergerak karena menyebabkan ketidaknyamanan lokal dan paparan margin;¹² 2) kopolimer akrilik (Palamed), akrilik dan asam metakrilat. Ester dalam keadaan monomer dalam bentuk cair diubah menjadi bentuk polimer pada pemrosesan. Palamed tersedia dalam kemasan laboratorium dan mengandung bubuk base, konsentrasi pewarnaan dan cairan pelarut untuk karakteristik. Bahan-bahan ini tersedia dalam tiga warna dasar kulit yaitu pucat, sedang, dan gelap. Palamed memiliki ikatan kimia dengan akrilik keras yang memungkinkan bagian memiliki struktur pendukung dari akrilik keras.¹⁴ Namun bahan tidak diterima secara luas, karena sifat-sifat yang tidak baik seperti kekuatan tepi yang buruk, daya tahan yang buruk, degradasi saat terkena sinar matahari, pemrosesan dan pewarnaan yang sulit dan restorasi yang telah selesai menjadi lengket, menjadi predisposisi pengumpulan debu dan pewarnaan;¹² 3) polivinil klorida dan kopolimer yang populer tetapi digantikan oleh bahan yang lebih baru dengan sifat yang lebih baik. Baru-baru ini, diperkenalkan kopolimer 5-20% vinil asetat dengan persentase sisanya adalah vinil klorida. Kopolimer ini lebih fleksibel tetapi relatif kurang tahan kimia dibandingkan polivinil klorida itu sendiri, lebih stabil terhadap panas dan cahaya serta fleksibel. Kekurangannya adalah kehilangan *plasticizer*, tepi mudah sobek, mudah teroda, mudah rusak, membutuhkan cetakan logam, masa pakai yang pendek;¹⁵ 4) elastomer poliuretan. Elastomer poliuretan diproduksi dengan adanya katalis, polimer yang diakhiri dengan isosianat digabungkan menjadi satu yang diakhiri dengan gugus hidroksil. Poliuretan memiliki sifat yang sangat baik seperti fleksibel, kekuatan tepi yang baik, dapat diwarnai secara intrinsik dan ekstrinsik dan estetika yang memuaskan. Kelemahan yang mendasar adalah ketahanan membutuhkan presisi karena isosianat sensitif terhadap kelembaban. Ketika jamur terkontaminasi dengan air, gelembung gas menyebabkan cacatnya prostesis. Pemrosesan membutuhkan dehidrasi menyeluruh sebelum diproses;¹² 5) silikon elastomer. Silikon diperkenalkan pada tahun 1946, tetapi hanya beberapa tahun terakhir ini digunakan dalam pembuatan prostesis maksilofasial.¹⁶ Silikon terdiri dari rantai alternatif silikon dan oksigen yang dapat dimodifikasi dengan menyatukan berbagai rantai organik ke atom silikon atau dengan menghubungkan rantai molekul.¹⁷ Silikon memiliki berbagai sifat mulai dari plastik kaku dan elastomer hingga cairan dan menunjukkan sifat fisik yang baik pada kisaran suhu. Silikon adalah kombinasi senyawa organik dan anorganik. Silikon tidak dapat menyerap bahan organik yang menyebabkan pertumbuhan bakteri; Jadi, dengan pembersihan sederhana, bahan-bahan ini relatif aman dan memiliki kualitas sanitasi yang memadai dibandingkan dengan bahan lainnya. Vulkanisasi membuat silikon tahan terhadap sinar ultraviolet (UV). Tergantung apakah proses vulkanisasi menggunakan panas atau tidak, silikon tersedia sebagai vulkanisasi pa-

nas (HTV) atau vulkanisasi suhu ruangan (RTV).¹⁷ Vulkanisasi atau ikatan silang terjadi dengan penambahan radikal bebas. Suhu pemrosesan 180-220°C selama sekitar 30 menit dibawah tekanan menggunakan cetakan logam. Abdelnabbi dkk melaporkan hasil yang menguntungkan untuk sifat mekanik dan fisik. Silikon ini memiliki kekuatan sobek yang sangat baik dan kekuatan tarik tertinggi, stabilitas termal, warna dan kimia yang sangat baik menjadikannya lebih inert secara biologis.¹⁷ Untuk menstimulasikan tampilan kulit dan tubuh alami, berbagai kosmetik dengan pigmen baik intrinsik maupun ekstrinsik (Gbr. 2) dapat digunakan, termasuk berbagai warna serta warna dasar kulit.¹³

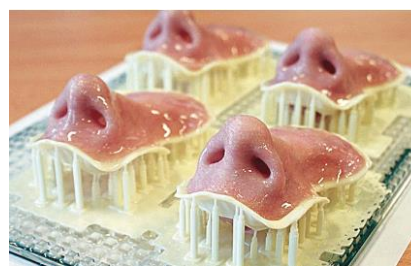


Gambar 2A-C Pewarna ekstrinsik, **B** pewarnaan ekstrinsik protesis mata, **C** warna kulit untuk karakterisasi intrinsik.¹³

Silikon RTV dikenal oleh dokter gigi sebagai bahan cetak yang dirancang untuk penggunaan intra oral. Ada 2 jenis utama silikon RTV menurut mekanisme pemeliharannya, yaitu adisi (misalnya: Silkskin II, Silkskin) dan kondensasi (misalnya Cosmesil, Cosmesil HC2, Kosmesil HC4).¹³ Silikon jenis tambahan dapat bertahan pada suhu tinggi (65-85°C) sehingga disebut silikon vulkanisasi suhu rendah. Carl Andres et al melaporkan bahwa mayoritas prostodontis menggunakan produk silikon RTV yang secara intrinsik diwarnai dengan pigmen kering dan minyak lukis untuk pembuatan ekstra oral.^{12,17}

Kelebihan silikon ini adalah kemudahan manipulasi dan pewarnaan. Keuntungan lainnya adalah stabilitas warna dan kelembaman biologis. Sedangkan kerugian adalah sangat hidrofobik, sifat perekat selektif, tidak ada pewarnaan ekstrinsik, dan penyinaran bahan ini dapat dihambat oleh sisa amina, belerang, nitrogen oksida dan senyawa organo-timah;^{8,6}) *foaming silicon*. Firtel dkk. memperkenalkan *foaming silicon* untuk membuatnya ringan. Ketika silikon dicampur dengan katalis stannous octoate, melepaskan gas dalam proses vulkanisasi saat gelembung dilepaskan dengan massa silikon yang dihasilkan meningkat dan kepadatan berkurang sehingga lebih ringan. Proses ini membutuhkan kuve khusus untuk menangani masalah ekspansi saat gas terbentuk selama pemrosesan. Cetakan juga membutuhkan ventilasi untuk pelepasan gas dan pengurangan ekspansi protesis;¹² 7) kopolimer blok silikon. Dalam blok polimer selain siloksan diposisikan dengan polimer siloksan tradisional. Sifat hidrofobik dan sifat asing silikon telah terbukti menyebabkan masalah, terutama yang berkaitan dengan interaksi dengan tubuh pada tingkat molekuler. Hal ini dapat menyebabkan induksi reaksi benda asing dan berkembangnya infeksi terutama pada antarmuka antara silikon dan jaringan. Kopolimer blok silikon ini sampai batas tertentu dapat mengatasi masalah ini karena bagian yang lebih hidrofilik dari polimer amfilik ini memberikan peningkatan kelembaban dan kompatibilitas jaringan. Contohnya adalah jalinan polimetil metakrilat ke

dalam rantai siloksan;^{8,8}) polifosfazen. Bahan ini dikembangkan sebagai liner gigi tiruan yang lentur dan sebagai bahan prostetik maksilofasial.¹⁴ Para peneliti di New Orleans yang meneliti protesis maksilofasial, telah menemukan bahwa menggabungkan polifosfazen dengan sedikit atau tanpa bahan pengisi dan mengurangi rasio akrilik terhadap karet menghasilkan karet yang lebih lembut, dengan HDA 25, mirip dengan kulit manusia;¹⁸ 9) sifenilen. Lewis dan Castleberry menggambarkan potensi penggunaan sifenilen untuk protesis wajah. Sifenilen adalah kopolimer siloksan yang mengandung gugus metil dan fenil. Sifenilen diformulasikan sebagai cairan kental RTV yang dapat dituang. Dalam respon taktil, elastomer sifenilen terasa lebih seperti kulit. Polimer ini transparan bahkan ketika diperkuat dengan pengisi silika. Polimer ini memiliki banyak sifat yang diinginkan dari silikon RTV, termasuk biokompatibilitas dan ketahanan terhadap degradasi pada paparan sinar UV dan panas. Selain itu menunjukkan peningkatan kekuatan tepi, modulus elastisitas dan kemampuan warna yang rendah, serta menunjukkan kekuatan tepi yang lebih baik dan modulus elastisitas yang rendah dibandingkan polidimetilsiloksan yang lebih konvensional;¹⁹ 10) masa depan. Dengan kemajuan ilmu kedokteran dan penggabungan konsep rekayasa telah menghasilkan pengembangan yang mampu merasakan rangsangan sensorik yang mirip dengan organ indera alami. Organ-organ ini telah disebut sebagai organ *bionic*. Istilah *bionic* berarti memiliki atau menunjukkan bagian atau bagian tubuh buatan, biasanya elektromekanis. Organ *bionic* adalah perangkat atau jaringan rekayasa yang ditanamkan atau diintegrasikan ke dalam manusia yang berinteraksi dengan jaringan hidup untuk menggantikan organ alami, untuk menduplikasi atau menambah fungsi atau fungsi tertentu sehingga pasien dapat kembali ke kehidupan normal sesegera mungkin. Penelitian maksilofasial telah mengarah pada pengembangan *bionic* mata, hidung dan telinga yang terdiri dari *microchip*, transduser, polimer, semikonduktor, susunan elektronik dan pemancar radio. Berbagai model dan sistem telah tersedia dan penelitian dan pengembangan lebih lanjut sedang dalam proses.¹²



Gambar 3 Protosis hidung cetak 3D.¹³

Kemajuan dalam teknologi digital khususnya *rapid prototyping* dan CAD/CAM telah membuka jalan baru untuk efisiensi waktu, kehidupan seperti protesis. Beberapa studi difokuskan pada produksi silikon cetak 3D untuk pembuatan protesis (Gbr. 3).¹³ Pencetakan CAD/CAM atau secara 3D dapat digabungkan dengan spektrometer E-Skin menggunakan perpustakaan digital dengan hampir 20.000 warna kulit agar sesuai dengan ku-

lit pasien untuk aplikasi prostetik. Semua entri di perpustakaan digital memiliki resep pewarna yang cocok. Instrumen E-Skin mengukur warna kulit dan langsung mengambil dan menampilkan di layarnya resep pewarna yang cocok dari databasenya.¹²

Disimpulkan bahwa tidak ada bahan tunggal yang ideal untuk setiap pasien. Beberapa masalah pada semua bahan ini adalah 1) efek lanjutan dari sinar matahari dan pelebaran dan kontraksi pembuluh darah pada jaringan alami, yang tidak dapat diduplikasi dalam prostesis, 2) variasi warna kulit saat pasien terkena sumber cahaya yang berbeda (misalnya, pijar, fluoresen, dan ca-

haya alami), 3) faktor emosi yang menyebabkan perubahan warna pada kulit, 4) ketidakmampuan untuk menduplikasi gerakan wajah dari sisi yang tidak rusak, dan 5) kurangnya prediktabilitas kehidupan, karena variasi di antara pasien (yaitu, sekret, merokok dan lingkungan).

Tantangan utama bahan prostetik adalah kinerja klinisnya yaitu memperbaiki sifat fisik dan mekanik bahan, sehingga akan menyerupai jaringan manusia dan meningkatkan masa pakai prostesis, menemukan zat pewarna yang awet bagi prostesis wajah dan mengembangkan metode ilmiah untuk mencocokkan warna dengan kulit manusia.

DAFTAR PUSTAKA

1. Worthington P, Branemark PI. Advanced osseointegration surgery: applications in the maxillofacial region. *BJOM* 1992;4(6): 23-7
2. Mortaon RP, Izzard ME. Quality of life outcomes in head and neck cancer patients. *World J Surg* 2003;27(3):884-9.
3. Beumer J, Marunick MT, Esposito SJ. Prosthodontic and surgical management of cancer-related, acquired, and congenital defect of the head and neck. *Maxillofacial rehabilitation* 3rd Ed. Chicago: Quintessence Books; 2011. p. 10
4. The glossary of prosthodontic terms. *J Prosthet Dent* 2005;94:10-92.
5. Maller US, Karthik KS, Maller SV. Maxillofacial prosthetic materials past and present trends. *J Indian Acad Dent Spec* 2010; 1:25-30.
6. Beumer J, Curtis TA, Marunick MT. Maxillofacial rehabilitation. *Prosthodontic and Surgical Considerations*. St Louis. Tokyo: Ishiyaku Euro America, Inc.; 1941. p.377-454.
7. Mahajan H, Gupta K. Maxillofacial prosthetic material: A literature review. *J Orofac Res* 2012;2(2):87-90.
8. Mitra A, Choudhary S, Garg H. Maxillofacial prosthetic materials-an inclination toward silicones. *J Clin Diagn Res* 2014;8(12):9-13.
9. Khindria SK, Bansal S, Kansal M. Maxillofacial prosthetic materials. *J Indian Prosthodont Soc* 2009;9(1):2-5.
10. Deb S. Maxillofacial aesthetic materials-an overview. *Int J Prev Clin Dent Res* 2018;5(2):S63-5.
11. Reddy JR, Kumar BM, Ahila SC, Rajendiran S. Materials in maxillofacial prosthesis. *J Indian Acad Dent Spec Res* 2015;1:14
12. Lanzara R, Viswambaran M, Kumar D. Maxillofacial prosthetic materials: current status and recent advances: A comprehensive review. *Int J Appl Dent Sci* 2021;7(2): 255-9.
13. Manapallil JJ. *Basic dental materials* 4th Ed. New Delhi: The Health Sciences Publisher; 2016. p.572-600.
14. Beumer J, Curtis TA. Maxillofacial rehabilitation prosthodontic and surgical consideration; 1996:378-99.
15. Barhate AR, Gangadhar SA, Bhandari AJ, Joshi AD. Materials used in maxillofacial prosthesis: a review. *Pravara Med Rev* 2015;7(1):5-8
16. Polyzois GL. Color stability of facial silicone prosthetic polymers after outdoor weathering. *J Prosthet Dent* 1999;82(4):447-50
17. Dubey SG, Balwani TR, Chandak AV, Pande S. Material in maxillofacial prosthodontic-a review. *J Evolution Med Dent Sci*; 2020;11(2):3319-24.
18. Turner GE, Fischer TE, Castlebcry DJ, Lemmons JE. Intrinsic color of isophorone polyurethane for maxillofacial prosthetics, part I: Physical properties. *J Prosthet Dent* 1984;51(4):519-22.
19. Mahajan H, Gupta K. Maxillofacial prosthetic materials: A literature review. *J Orofac Res* 2012;2(2):87-90.
20. Ariani N, Visser A, van Oort RP, Kusdhany L, Rahardjo TB, Krom BP, et al. Current state of craniofacial prosthetic rehabilitation. *Int J Prosthodont* 2013;26:57-67.