

Review: Penggunaan Matriks Composite Absorbable di Bidang Kedokteran Gigi

Agus Sumono¹, Dwi Warna Aju Fatmawati²

¹ Bagian Ilmu Kedokteran Gigi Dasar Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember

² Bagian Konservasi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember

ABSTRACT

Biomaterial is played role in development of medical equipments, prosthesis, reparation technique, tissue engineering, drug delivery and diagnostic tools. Biomaterial in mixed forms or called composite is usually used for those applications. Based on matrix characteristic, composite is divided into two groups, absorbable and non-absorbable. This classification is based on their ability to absorb. This study was aimed to review the use of absorbable composite matrix in dentistry. The absorbable composite matrix was able to improve and replaced bone tissue or craniofacial. Absorbable composite was able to prevent infection and tissue shrinkage, so it can replace the esthetic. Absorbable composite can be used in operative dentistry and prosthodontia as filling materials and denture. It was concluded that absorbable composite matrix could be used widely in dentistry.

Keywords: composite, matrix, absorbable

Korespondensi (Correspondence): Bagian Ilmu Kedokteran Gigi Dasar Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember. Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

Sejak dahulu sudah mulai dikembangkan penggunaan biomaterial sebagai bahan atau alat – alat biomedis. Saat ini, biomaterial membuka paradigma baru pada usaha pencegahan dan pengobatan di bidang kesehatan. Biomaterial ini berperan penting pada perkembangan alat – alat medis, protesa, teknik reparasi dan pengembalian jaringan, sistem pengangkut obat dan teknik diagnosa. Perkembangan biomaterial ini tidak hanya melibatkan tenaga medis, tetapi multiprofesi, seperti teknik, ahli kimia, fisika, matematika dan biologi. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan biomaterial yang biokompatibel untuk usaha terapi medis dilihat dari berbagai aspek multidisiplin ilmu.

Biomaterial yang digunakan biasanya sudah dalam bentuk campuran atau disebut “composite” (komposit). Komposit adalah benda padat yang mengandung dua atau lebih unsur utama bahan atau fase, suatu skala yang lebih besar dari atom.¹ Mano, dkk (2004) menyatakan bahwa komposit adalah suatu bahan yang sedikitnya mengandung dua fase, suatu fase *continue* dan suatu fase dispersi. Fase dispersi biasanya bertanggung jawab dalam pengisian volume dan pemindahan beban ke fase dispersi. Fase dispersi biasanya bertanggung jawab dalam peningkatan satu atau lebih sifat komposit. Sebagian besar sasaran peningkatan sifat komposit adalah kekerasan dan kekuatan, listrik, termal atau densitas.² Migliaresi dan Harold menyatakan bahwa komposit adalah suatu bahan yang terdiri dari dua atau lebih *interface* yang secara kimiawi berbeda, yaitu fase *continue* dan *discontinue*. Fase *discontinue* mempunyai sifat bahan yang lebih kuat dan keras dari fase *continue*. Fase *discontinue* disebut bahan *reinforced*, dan bahan *continue* disebut matriks.³

Matriks biomaterial untuk komposit dapat berupa metal, ceramic, polimer atau bahan biologis. Metal dan ceramic mempunyai sifat yang keras dan mempunyai kekuatan yang lebih besar dari jaringan keras. Sedangkan, polimer mempunyai modulus yang lebih rendah daripada jaringan keras. Jaringan biologis menunjukkan spektrum sifat mekanis yang lebih besar daripada bahan lainnya. Berdasarkan perbedaan sifat itu, maka bahan – bahan tersebut digabungkan untuk mendapatkan sifat biologis, mekanis dan fisik yang hampir sama dengan jaringan keras tubuh.²

Berdasarkan sifat matriksnya, komposit ini dibagi menjadi dua yaitu *absorbable* dan *non-absorbable*. Pembagian ini dilihat dari kemampuan bahan komposit dalam penyerapan, sehingga mempengaruhi fungsi atau kegunaan sebagai bahan untuk keperluan biomedis.¹ Berdasarkan kemampuan biodegradasinya NN membagi biokomposit menjadi 3 yaitu *absorbable fully*, *absorbable partially*, dan *non absorbable*. *Absorbable fully* merupakan bahan yang seluruhnya akan diresorpsi oleh tubuh, misalnya PLA untuk alat fiksasi fraktur. *Absorbable partially* merupakan bahan reinforced dari bahan absorbable dan non absorbable. Bahan ini hanya sebagian mengalami penyerapan misalnya polimetakrilat dan polibutilen tereftalat yang digunakan untuk semen tulang atau internal fraktur. Sedangkan yang *non absorbable* merupakan bahan yang tidak akan mengalami penyerapan.³ Tujuan penelitian ini untuk mengkaji manfaat matrik komposit absorbable di bidang kedokteran gigi.

ABSORBABLE MATRIX COMPOSITE

Istilah "*absorbable*" mempunyai arti kemampuan untuk diabsorpsi (diserap), didegradasi atau biodegradasi (dipecah), baik sebagian atau seluruhnya oleh jaringan binatang (termasuk manusia) setelah diaplikasikan.⁴ Biodegradasi mempunyai arti fragmentasi, kehilangan sifat mekanis, dan dapat melalui aktivitas organisme hidup. Tetapi penurunan atau kehilangan integritas fisik bukan termasuk dalam istilah biodegradasi.⁵ Chu (2003) menyatakan bahwa biodegradasi berhubungan dengan bahan yang dapat dipecah secara alami, dapat melalui mekanisme hidrolitik baik tidak atau dan dengan mekanisme enzimatik. Istilah lain dari biodegradasi adalah *absorbable*, *erodable*, dan *resorbable*.⁶ Meskipun biodegradasi biasanya didefinisikan sebagai degradasi yang disebabkan oleh aktivitas biologis atau enzimatik, ini bisa terjadi secara terus menerus dan dipicu oleh degradasi abiotik, seperti fotodegradasi dan hidrolisis.⁷ Ratner (1996) menyatakan istilah *biodegradable*, *resorbable*, *bioerosion* digunakan sebagai petunjuk bahwa alat atau bahan akan hilang pada saat dipalikasi dalam jaringan hidup.²

Dari kelompok utama biomaterial komposit, hanya ceramic dan polimer yang mempunyai kemampuan biodegradasi (*biodegradable*) atau diserap (*absorbable*), terutama polimer. Kemampuan biodegradasi bahan dibutuhkan untuk membuka jalan dari permukaan ke jaringan atau untuk melepas bahan campuran seperti pelepasan obat atau *growth factor*. Berdasarkan hal itu, diharapkan alat medis mempunyai sifat mekanis yang bagus dan biokompatibel dalam waktu yang lama, misalnya untuk fiksasi fraktur.²

Alasan penggunaan matriks komposit *absorbable* yaitu tidak menyebabkan reaksi kronis karena bahan ini diserap secara terus – menerus oleh tubuh manusia dan tidak meninggalkan ion residu yang permanent. Pelepasan ion dan korosi dari residu metal menyebabkan respon allogenik dan mempengaruhi mineralisasi tulang, sehingga terjadi tumor lokal. Matriks komposit *absorbable* dapat memicu regenerasi jaringan, melalui interaksi bersifat biodegradasi bahan tersebut dengan sel imunologis seperti makrofag.⁶ Selain itu, pemakaian bahan ini mencegah dilakukannya operasi kedua.² Harper (2004) menyatakan bahwa penggunaan bahan yang bersifat *biodegradable* digunakan untuk mengurangi sampah padat.⁸

BIODEGRADABLE OR RESORBABLE CERAMIC

Ceramic didefinisikan sebagai seni dan pengetahuan membuat atau menggunakan suatu bahan yang mengandung bahan inorganic nonmetal. Ceramic merupakan senyawa polikristal dan keras, biasanya terdiri dari bahan inorganik, seperti silica, metal oksida, karbida, dan

beberapa hibrida keras, sulfida, dan selenida. Oksida seperti Al_2O_3 , MgO , SiO_2 , ZrO_2 mengandung unsur metal atau non metal dan garam ion, seperti $NaCl$, $CsCl$ dan ZnS . Dahulu ceramic ini mempunyai sifat rapuh, rentan terhadap gaya tarik atau retak, *tensile* dan *impact strength* rendah. Sekarang sifat – sifat bahan tersebut diperbaiki dengan menambah matriks, sehingga dapat digunakan untuk mengganti beberapa bagian tubuh, terutama tulang. Ceramic ini disebut dengan *bioceramic*. Hal ini disebabkan bahan ini lebih inert terhadap cairan tubuh, *compressive strength* yang tinggi dan estetikanya bagus. Ceramic ini banyak digunakan untuk mahkota gigi tiruan, katup jantung, tendon atau ligament tiruan. Ceramic ini terdiri dari 2 jenis yaitu *non degradable* dan *degradable ceramic*.⁵

Biodegradable ceramic atau *resorbable ceramic* merupakan ceramic yang mampu didegradasi pada saat ditanamkan dalam tubuh host. Bahan ini ditempatkan oleh jaringan endogenous. Rata – rata degradasi bervariasi tergantung bahan ceramic. *Resorbable ceramic* ini terdiri dari *aluminium calcium phosphorous oxides*, *glass fibers* dan komposisinya, coral, calcium sulfate (Plaster of paris), *hydroxyapatite*, *tricalcium phosphate*, *zinc calcium phosphorous oxides*, *zinc sulfate calcium phosphorous oxides*. Penggunaan bahan ini antara lain untuk alat pengangkut obat, memperbaiki tulang yang rusak karena penyakit atau trauma, mengisi ruang yang hilang (skrup tulang, donor tulang, eksisi tulang dan penyakit kerusakan tulang), memperbaiki dan menyatukan sumsum tulang dan tulang lumbo-sacral, memperbaiki discus yang turun, memperbaiki kerusakan maksilofasial dan gigi dan implant okuler hidroksiapatit.⁵ Selain itu, dapat digunakan sebagai terapi kanker dan regenerasi tulang atau rekayasa jaringan.⁹

1. Kalsium fosfat

Kalsium fosfat digunakan untuk tulang palsu dan melapisi implant. Sebagai pelapis implan bentuknya bervariasi yaitu bisa padat atau porus. Kalsium fosfat dapat dikristalisasi seperti hidroksiapatit, tetapi tergantung perbandingan kalsium dan fosfat, kandungan air dan kotoran dan suhu. Bentuk kristal kalsium fosfat ini hampir sama dengan hidroksiapatit tulang atau gigi. Bahan ini digunakan untuk implant tulang dan alat pengangkut obat.⁵

2. Aluminium calcium phosphate (ALCAP) ceramic

Calcium aluminate ceramic mengandung fosfor pentaoksida. ALCAP ceramic merupakan bahan yang unik. Hal ini disebabkan ALCAP mempunyai suatu sistem multimanfaat kristalografik, dimana salah satu fase ceramic pada implantasi dapat lebih cepat di resorpsi daripada bahan yang lain. Implant ALCAP ceramic ini mempunyai sifat biokompatibilitas yang sempurna dan penempatan bahan ceramic ini memberikan hasil yang baik dengan tulang endogenous.⁵

3. Coralline

Koral merupakan bahan alam yang terbuat dari invertebrate laut. Holmes dkk menyatakan bahwa invertebrata laut hidup dalam eksostruktur batu kapur atau koral. Struktur porositas koral unik untuk setiap spesies invertebrate laut. Koral yang digunakan untuk implant tulang dipilih sesuai dengan strukturnya, yaitu struktur yang mirip dengan tulang. Koral ini dapat diubah menjadi hidroksiapatit dengan proses perubahan hidrotermal. Koral hidroksiapatit menyerupai tulang. Koral dan oral hidroksiapatit digunakan untuk mengembalikan kerusakan tulang karena trauma dan penyakit, dan memperbaiki berbagai kerusakan tulang.⁵

4. Tricalcium phosphate (TCP) ceramics

Multikristal porus β – trikalsium fosfat dapat digunakan untuk memperbaiki kerusakan periodontal dan menambah kontur tulang. Selain itu, β – trikalsium fosfat dalam bentuk silindris dapat digunakan untuk pengganti tulang dan sistem pengangkut obat. TCP biasanya lebih mudah larut daripada hidroksiapatit sintetis dan sebagai implant, TCP memicu pertumbuhan tulang yang bagus dan bahkan ditempatkan secara endogenous.⁵ Mitsubishi Material Co mengembangkan pasta bioaktif kalsium fosfat biodegradable (komponen utama tri kalsium fosfat). Nama produknya yaitu BIOPEX.⁷

5. Zinc – Calcium Phosphorous Oxid (ZCAP) ceramics

Zinc merupakan unsur yang penting untuk metabolisme tubuh dan merupakan salah satu komponen metaloenzym. Zinc ini terlibat dalam proses penyembuhan luka. Jadi keramik polifase ZCAP disintesa untuk memperbaiki kerusakan tulang dan pengangkut obat.⁵

6. Zinc – Sulfate – Calcium – Phosphate (ZSCAP) ceramics

ZSCAP tersedia dalam bentuk powder zinc sulfate, zinc oxide, calcium oxide, dan fosfor pentoside. Implan partikel ZCAP dibuat agar dapat berkontak dengan darah, sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki kerusakan tulang. Penggunaan ini masih sebatas penggunaan eksperimental.⁵

7. Ferric – Calcium – Phosphorous – Oxide (FECAP) ceramics

FECAP tersedia dalam bentuk powder ferric (III) oxide, calcium oxide, phosphorous pentaoxide. Hasil penelitian menunjukkan bahwa FECAP mengalami resorpsi secara sempurna setelah 60 hari diimplankan pada tulang. Partikel ceramic ini juga dapat digunakan untuk pasien yang menderita anemia atau penyakit darah lainnya.⁵

BIODEGRADABLE ATAU ABSORBABLE POLYMER

Sekarang ini mulai dikembangkan matriks komposit *absorbable* dari bahan polimer sebagai alat – alat bedah. Hal ini

bertujuan untuk mencegah tindakan bedah pengambilan bahan implant dari logam, mengurangi rasa sakit pasien dan mengurangi biaya, dan atropi. Polimer *absorbable* sebagai bahan protesa biodegradable harus mempunyai syarat utama yaitu biokompatibel, kekerasan dan kekuatannya cukup adekuat, retensi difat mekanisnya, biofungsional dalam waktu yang cukup lama, dan nontoksik.³

Proses biodegradasi polimer ini ada dua mekanisme yaitu sebagai berikut:

Degradasi polimer non biologis

Sebagian besar polimer mengalami hidrolisis, seperti polyester, polyanhidrate, polyamida, polycarbonate, polyurethan, polyurea, polyacetale, dan polyorthoester. Unsur katalis seperti asam dan basa, kation, nukleofil dan micellar dan fase pemindahan bahan, biasanya terdapat lingkungan. Kebalikan dari degradasi enzimatik, dimana suatu bahan didegradasi secara terus menerus ke permukaan yang lebih dalam, hidrolisis bahan padat secara kimiawi dapat masuk melalui pertukaran silang keculi polimer yang sangat hidrofobik.⁷

Degradasi polimer biologis

Polimer yang mengganti unsure sel hidup yang penting untuk metabolisme, informasi genetik dan struktur sel. Polimer harus didegradasi kedalam sel untuk dapat menyesuaikan dengan perubahan lingkungan dan untuk melisiskan organisme lain. Hal ini diharapkan dalam waktu yang lama tidak merangsang sel hidup. Proses ini melibatkan mekanisme enzimatik yaitu oksidatif dan hidrolisis dan kerjanya tergantung dari jenis polimer, organisme dan lingkungan.⁷

Biomaterial polimer biodegradable secara umum dapat dibagi menjadi 8 kelompok utama yaitu :

- a. Biodegradable linear aliphatic polyester yaitu polyglycolide, polylactide, polycaprolactone, dan polyhydroxybutyrate; dan kopolimer polyester alifatik, seperti kopolimer poly(glycolide-L-lactide) dan kopolimer poly(glycolide- ϵ -caprolactone).
- b. Kopolimer biodegradable antara linear aliphatic polyester pada kelompok 1 dan monomer lainnya dari linear aliphatic polyester seperti kopolimer poly(glycolide-trimethylene carbonate), poly(L-lactid acid-L-lysine), tyrosine-based polyarylates atau polyiminocarbonate atau polycarbonate, poly(D,L-lactide-urethane) dan poly(ester-amide).
- c. Polyanhidrate
- d. Poly(orthoesters)
- e. Poly(ester-ethers) seperti poly-p-dioxanone
- f. Biodegradable polysaccharides seperti asam hialuronik, chitin, dan chitson.
- g. Asam polyamino seperti asam poly-L-glutamic dan poly-L-lysine.
- h. Polimer biodegradable inorganic seperti polyphosphazene dan poly [bis(carboxylatophenoxy)phosphazene].

Biodegradable Linear Aliphatic Polyester (Poly(Glicolide)/ (Lactide)).

Kelompok biodegradable polimer ini merupakan polimer yang penting dan banyak diperdagangkan sebagai biomaterial untuk bedah. Polyglycolide atau polyglycolic acid (PGA) serta kopolimer glikolid dengan monomer polyester alifatik linier, seperti laktid, karbonat dan ϵ - caprolactone merupakan salah satu polimer kelompok ini yang paling sering digunakan untuk alat medis.⁶ Mano, dkk (2004) mengelompokkan polimer ini sebagai poly(α -hydroxyesters), yang terdiri dari poly(glycolic acid) (PGA) dan kopolimernya, yaitu poly (DL-lactic-co-glycolic acid) (PLGA).³ Ada banyak cara yang berbeda untuk menghasilkan polimer ini yaitu dengan polikondensasi, polimerisasi pembukaan ring, perluasan rantai dan grafting. Cara pembukaan ring ini dengan cara hidrolisis dan biasanya menggunakan gugus phenol. Gugus fenol ini mengandung ring aromatic yang mengganti gugus hidroksil. Senyawa ini bermanfaat untuk menambah biokompatibel biomaterial ini yaitu sebagai antioksidatif, antiradang, antimutagenik, dan antikarsinogenik.¹⁰ Senyawa fenol yang sekarang dikembangkan adalah triklosan, dimana bahan ini dibuat untuk melapisi bahan polimer sehingga polimer terutama PLA dan PGA tersebut bersifat antibakteri.¹¹

Polyhydroxybutyrate (PHB), Polyhydroxyvalerate (PHV) dan Kopolimer

Polimer ini termasuk dalam polyhydroxyalkanoates yaitu polimer polyester bioerodible yang diperoleh dari mikroorganisme.⁷ Sekarang sudah ada sediaan PHB dan kopolimernya yang mengandung 30 % 3 - hydroxyvaleric acid yaitu dengan nama dagang Biopol. PHB dan PHV polimer intraseluler yang memberikan cadangan karbon dan energi. Polimer ini dapat didegradasi oleh bakteri tanah, tetapi relative stabil pada kondisi ambient. Rata - rata degradasi dapat dikontrol dengan komposisi kopolimer yang bervariasi. Pada in vivo, PHB mendegradasi d-3-hydroxybutyric acid, yang merupakan suatu unsur normal darah manusia. PHB mempunyai toksisitas yang rendah. Penggunaan di biomedis yaitu sebagai pengontrol pelepasan obat, benang bedah, kulit palsu, atau alat paramedic sekali pakai.²

Polycaprolactone

Polycaprolactone merupakan polimer semikristal alifatik polyester, dan sangat kompatibel dengan osteoblast.³ Digunakan sebagai biomaterial karena mempunyai kelarutan yang tinggi, *melting point* yang rendah dan dapat digabung dengan bahan lain. Kemampuan mendegradasi polycaprolactone lebih lambat dibanding polylactid acid dapat digunakan sebagai pengangkut obat yang mampu aktif sampai lebih dari 1 tahun. ϵ -caprolactone dan polycaprolactone

merupakan bahan yang nontoksik dan kompatibel terhadap jaringan.²

Polyanhydrate

Langer dkk menggunakan bahan ini sebagai bahan implant degradable. Aliphatic polyanhydrate terdegradasi dalam beberapa hari, sedangkan aromatic polyanhydrate terdegradasi sampai beberapa tahun, sehingga kopolime aliphatic-aromatic yang digunakan. Polyanhydrate merupakan polimer yang paling reaktif dan tidak stabil terhadap hidrolitik. Sifat reaktif merupakan keterbatasan dan keuntungan polyanhydrate. Hal ini disebabkan beberapa polyanhydrate terdegradasi oleh erosi permukaan tanpa membutuhkan katalis. Selain itu, polyanhydrate akan bereaksi dengan obat yang mengandung asam amino bebas atau fungsionalis nekleofilik, terutama selama prosesing dengan suhu tinggi. Polyanhydrate secara *in vivo* mempunyai biokompatibilitas yang sangat bagus. Paling sering digunakan sebagai pengangkut obat.²

Poly(Ortho Esters)

Ini merupakan kelompok polimer sintetik dan degradable. Poly(ortho ester) ini digunakan untuk mengontrol pengangkutan cyclobenzaprine dan steroid dan pengangkut berbagai obat. Hal ini disebabkan bahan ini lebih tahan terhadap asam dan basa.²

Poly(Amino Acids) dan "Pseudo"-Poly(Amino Acids)

Poly(amino acids) mempunyai toksisitas sistemik yang rendah dan didegradasi secara alamiah oleh asam amino. Poly(amino acids) digunakan sebagai bahan benang bedah, pengganti kulit palsu, dan pengangkut obat. Terikatnya beberapa obat pada rantai poly(amino acids) biasanya oleh suatu unit spacer yang memberikan jarak antara obat dari rantainya. Kombinasi obat poly(amino acids) yaitu terdiri dari poly(L-lysine) dengan methotrexate dan pepstatin dan poly(glutamic acid) dengan adriamycin dan norethindrone.²

Pseudo-poly(amino acids) merupakan suatu polyester dari N-protected trans-4-hydroxy-L-proline dan suatu poly(iminocarbonate) derivate dari tyrosine dipeptida. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa modifikasi dari rantai poly(amino acids) secara umum dapat digunakan untuk memperbaiki sifat fisikomekanis poly(amino acids) konvensional. Contohnya tyrosine derived polycarbonate mempunyai kekuatan yang tinggi sehingga berguna untuk formulasi implant ortopedi yang bersifat degradable.²

Polycyanoacrylate

Polimer ini termasuk dalam polyurethane.⁷ Bahan ini digunakan sebagai bioadhesive dan matrik pengangkutan obat. Tetapi penggunaan sebagai bahan implant degradable dapat menyebabkan respon

inflamasi.² Monomer alkyl ester a-cyanoacrylate digunakan sebagai adhesive jaringan pada bedah, alat medis dan industrial.⁴

Polyphosphazenes

Ini merupakan kelompok polimer inorganik yang rantainya terdiri dari ikatan nitrogen – fosfor. Bahan ini biasanya digunakan untuk mengontrol pengangkutan obat.²

APLIKASI BIOMEDIS POLIMER ABSORBABLE

Penggunaan utama biomaterial adalah untuk memperbaiki dan penempatan kembali jaringan tulang dan tulang kranifasial.¹² Regenerasi tulang untuk repair dari kerusakan tulang yang besar menjadi masalah utama untuk orthipedia dan bedah mulut. Walaupun tulang mempunyai kemampuan penyembuhan yang bagus dibanding jaringan yang lain. Kemampuan regenerasi terbatas pada kasus kerusakan yang besar seperti setelah tomur reseksi, fraktur yang besar, perbaikan implant pinggul atau adanya kerusakan pada kemampuan penyembuhan host.¹³ Berdasarkan hal tersebut digunakan polimer yang bersifat *absorbable*, karena bahan ini dapat mencegah terjadi infeksi dan berkerutnya jaringan, sehingga didapatkan estetik yang bagus, terutama penggunaan benang bedah yang *absorbable*.¹⁴ Penggunaan biomaterial polimer degradable dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Aplikasi Medis Biomaterial Polimer Degradable.²

Aplikasi	Keterangan
Benang jahit	Paling awal , berhasil digunakan dari bahan sintetik, dan merupakan polimer degradable di kedokteran
Pengangkut obat	Polimer degradable merupakan salah satu aplikasi medis yang sering diteliti
Alat fiksasi ortopedia	Membutuhkan polimer dengan kekutan mekanis yang tinggi dan kekerasan
Pencegahan adhesi	Membutuhkan polimer yang dapat membentuk membrane halus atau film
Graft vaskuler sementara dan sten	Hanya sebagai alat penelitian, karena biokompatibilitasnya dalam darah

Rimondini, dkk menyatakan bahwa biomaterial yang paling sering digunakan adalah polyester derived dari monomer laktid, glikolid, dan caprolactone.¹³ Bahan ini digunakan untuk alat – alat bedah tulang seperti alat fiksasi, barrier untuk keluar atau masuk ke jaringan, graft porus padat, karier padat atau semi padat untuk membawa growth factor, protein morfogenetik dan

protein adesi, scaffold untuk pengganti matriks ekstraseluler, memicu proliferasi adesi dan diferensiasi dan deposisi matrik tulang. PGA dan PLA digunakan sebagai benang bedah (Vicryl atau polyglactin 910, monocry), penyambung jaringan, penutup luka, skrup ortopedi, dan alat – alat dalam bedah tulang atau untuk trauma, pin, implant atau rekayasa jaringan.^{3,6,11,14} Sedangkan caprolactone digunakan untuk kontrasepsi dan penjepit (untuk penutup luka).² Selain itu juga digunakan untuk scaffold untuk rekayasa jaringan tulang dan kartilago.³ Guoping Chen, and colleagues, dan T. Sato, membuat kartilago biodegradable hybrid sponge. Di symposium biomaterial tahun 2000, mereka mengenalkan sponge dari porus kopolimer PLA dan PGA, yang berhasil dikulturkan secara invitro pada tikus dan digunakan sebagai sel kartilago dan sendi lutut sapi.⁹ Polyester unsaturated yang terbuat dari asam fumarat dan propilen glikol dapat digunakan sebagai semen tulang yang bersifat absorbable.

Cyanoacrylate sering digunakan sebagai adhesive jaringan karena dapat digunakan pada jaringan yang basah, dapat terjadi formasi dengan cara polimerisasi tanpa menghasilkan panas dan produk toksis, dapat diserap, dan tidak mengganggu proses penyembuhan dan mudah digunakan selama tindakan bedah.¹⁴ Selain itu, cyanoacrylate juga dipakai sebagai alternative benang bedah, penyambung dan pentup luka, pelindung luka laserasi, terbakar, stamatitis, peradangan dan lain sebagainya.⁴ Polyurethane mempunyai sifat yang stabil sehingga sering digunakan sebagai jantung palsu, pembuka jalan utama, katup jantung, dan kateter.¹⁶

PHA digunakan sebagai scaffold rekayasa jaringan, sehingga dapat mendukung pertumbuhan, sel memandu dan mengorganisasi sel, dan bagus untuk pertumbuhan jaringan yang akhirnya akan terdegradasi menjadi produk yang nontoksik. PHA ini juga digunakan sebagai pengangkut obat.⁷

Ratner (1996) menerangkan bahwa alat intracranial dari polyanhidrat digunakan sebagai agen kemoterapi seseorang yang menderita glioblastoma multiformis, dan terutama untuk kanker otak.²

Polyurethane elastomer atau siloxane based polyurethane dibidang kedokteran dapat digunakan sebagai implant. Selain itu, polyurethane dapat digunakan untuk memperbaiki meniscus sendi lutut pada bagian avaskuler. Bahan ini diharapkan mampu membentuk sel meniscus yang baru.¹⁵

PEMBAHASAN

Penggunaan biomaterial yang bersifat *absorbable* sekarang mulai marak dipakai dan dikembangkan di bidang kedokteran gigi, terutama polimer. Biomaterial ini digunakan sebagai rekayasa

jaringan. Rekayasa jaringan yang telah diterapkan di bidang kedokteran gigi adalah pemakaian polimer alami golongan polisakarida yaitu kitosan dan membrane dan powder untuk perawatan periodontal, kitin dan kitosan digunakan dibidang konservasi gigi untuk perangsang pembentukan odontoblast.¹⁷

Beberapa aplikasi polimer *absorbable* di bidang bedah mulut yaitu sebagai benang jahit polylactic untuk fiksasi internal fraktur iatrogenic symphysis mandibula monyet, rod copolymer poly dl – lactic untuk fiksasi fraktur mandibula pada monyet, plate dan krup polylactic untuk mengurangi fraktur pada monyet, plate poly lactic dan polyglycosid reinforced polyglycoside untuk memperbaiki fraktur mandibula dan kepala, plate polydiaksone untuk rekonstruksi dasar orbita, skrup polydiaksone untuk memperbaiki fraktur mandibula dan kepala, selfreinforced polyglycolide untuk fiksasi osteotomi.¹² Polimer yang dilapisi doxycycline untuk mengobati periodontitis dan infeksi rongga mulut. Selain itu, pencangkokan dan regenerasi tulang, dan guide bone regeneration kerusakan tulang alveolar.

Aplikasi membrane polimerik pada guided tissue regeneration terbuat dari bahan membran tetrafluoroetilen dan membrane absorbable. Penggunaan yang absorbable bertujuan untuk menrungi operasi kedua untuk mengambil bahan yang telah diaplikasikan. Pada penelitian secara klinis, barrier kopoliester absorbable (Atrisorb dan Resolut XT) dapat dipakai untuk terapi infraboni periodontal.¹⁸

Komposit yang bersifat *absorbable*, terutama yang absorbable partially yaitu polimetaacrylate dipakai di bidang konservasi gigi dan prostodonsia yaitu untuk bahan tumpatan komposit dan gigi tiruan. Sifat *absorbable* ini mempunyai keuntungan dan kerugian. Kerugiannya yaitu bersifat water sorption, sehingga menyebabkan kelaratannya pada saliva tinggi. Hal ini menyebabkan tumpatan komposit sering terjadi kebocoran tepi. Selain itu, mudah menyerap sinar, sehingga mudah terjadi polimerisasi dan terjadi perubahan warna. Sifat ini menyebabkan kekuatan mekanis resin komposit menjadi berkurang.¹⁹ Sedangkan keuntungannya adalah kemampuan menyerap sinar ini dapat digunakan untuk mempercepat proses polimerisasi. Sifat – sifat tersebut dipengaruhi oleh partikel bahan pengisi, semakin kecil bahan pengisi maka sifat buruknya akan semakin berkurang, terutama kelarutan dan water sorption.^{19,20,21}

Kesimpulan dari kajian pustaka ini yaitu matriks komposit absorbable dapat digunakan secara luas di kedokteran gigi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bronzino DJ. Biomedical Engineering. Trinity College Haffod Connecticut. 1995: 598-65.

2. Ratner D Buddy dan Alan Hoffman. Biomaterial Science: An introduction to Materials in Medicine. San Diego: Academic Press. E-book. 1996.
3. Mano FJ, Rui AS, Luciano FB, Nuno MN, Rui LR. Bioinert, Biodegradable, and Injectable Polymeric Matrix Composite for Hard Tissue Replacement: State of The Art and Recent Development. Composites Science and Technology. 2004. www.elsesier.com/locate/compscitech.
4. World Intelectual Property Oraganization. Absorbable Alpha Cyanoacrylate Compositions. 2006. www.patenscope.com.
5. Billotte WG. Ceramic Biomaterials. Dalam Biomaterials: Principles and Application oleh Bronzino dan Park. Boca Raton: CRC press. 2003: 27 – 37.
6. Chu CC. Biodegradable Polymeric Biomaterials: An Updated Overview. Dalam Biomaterials: Principles and Application oleh Bronzino dan Park. Boca Raton: CRC press. 2003: 95 – 107
7. Bastioli C. Handbook of Biodegradable Polymers. Crewe: Rapra Technology Limited. www.rapra.net. E-book. 2005: 2 – 6.
8. Harper A. Handbook of plastics, Elastomer, and Composites. Edisi 4. 2004. www.digitalengineeringlibrary.com.
9. Toyoshima T. Biomaterial Research in Japan. Tokyo: Tekes. 2001.
10. Bezwada SR. Novel Absorbable Polymers from Unsymmetrical Aromatic Ether Diacids. New Jersey: Bezwada Biomedical. 2006. www.bezwadabiomedical.com.
11. Bezwada SR. Functioned Triclosan for Controlled Release Aplication. Bezwada Biomedical LLC. 2008. www.bezwadabiomedical.com.
12. Shalaby dan Salz. Polymer for Dental and Orthopedic Application. New York: CRC Press. 2007. www.crcpress.com
13. Rimondini dkk. In Vivo Experimental Sudy on Bone Regeneration in Critical Bone Defect Using An Injectable Biodegradable PLA/ PGA Copolimer. Accepted For Publication In Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology. 2004.
14. Park HS, Adolfo L, Vijay KC, John CK. Hard Tissue Replacement. Dalam Biomaterials: Principles and Application

- oleh Bronzino dan Park. Boca Raton: CRC press. 2003: 173 – 74.
15. Fink KJ. PDL Handbook Series: Reactive Polymer Fundamental and Application. New York : William Andrew Publishing. E – book. 2005.
 16. William D. Concise Encyclopedia of Medical and Dental Materials. Oxford: Pergamon Press. 1990: 72 – 4.
 17. Abidin T. Inovasi Perawatan Konservasi Gigi Melalui Technology Tissue Engineering. Pidato Pengukuhan Guru Besar Fakultas Kedokteran gigi Unersitas Sumatera Utara. Medan. 2007.
 18. Shalaby. Conformable, Absorbable, Solid Composite Perform and Their Use for Bone Tissue Engineering. 2007. www.patent.com
 19. El-Hejazi A. Water Sorption and Solubility of Hybrid and Microfine Resin Composite Filling Materials. Saudi Dental Journal 2001, 13 (3): 139 – 142.
 20. O'Donnell, S.E. Langhorst, M.D. Fow, J.M. Antonucci, and D. Skrtic. Light-cured dimethacrylate-based resins and their composites: comparative study of mechanical strength, water sorption and ion release. Journal Bioact Compat Polym 2008, 23 (3): 207-226.
 21. Lee KL. Influence of Scattering/ Absorbtion Characteristic on The Color of Resin Composite. Journal of Dental Materials 2007, 23: 124 – 131