

Veterinary Suture

Benang bedah

Definisi

Suture, atau benang bedah, atau benang jahit operasi, adalah material yang digunakan untuk mempercepat sembuhnya luka dengan menyambungkan ujung atau tepian luka melalui proses bedah dan menyatukannya dengan erat untuk mengurangi tekanan diantara kedua ujung yang dijahit.

Proses mengaplikasikan benang bedah tersebut disebut suturing atau menjahit medis. Material yang digunakan untuk menutup pembuluh darah dan menghentikan pendarahan disebut ligatur.

Ciri-ciri benang bedah yang ideal

- | | | |
|--|--|--|
| 1. Daya tegang yang tinggi. | 5. Tidak menghasilkan reaksi jaringan dan mengakibatkan <i>tissue weeping</i> . | 7. Mudah disterilisasi. |
| 2. Mudah digunakan untuk pembedah. | 6. Tidak toksik, karsinogenik, dan alergik serta terhindar dari senyawa-senyawa yang muncul dari degradasi produk. | 8. Memiliki permukaan yang meminimalisir adhesi bakteri. |
| 3. Mudah diikat menjadi simpul jahit yang erat dan aman. | | 9. Memiliki karakteristik produk yang terstandarisasi. |
| 4. Daya tegang yang merata sehingga diameter benang bisa menjadi lebih tipis | | 10. Mampu menjaga karakteristiknya dalam waktu yang cukup. |
| | | 11. Memiliki harga yang terjangkau |

Klasifikasi bahan benang bedah

Secara umum, bahan dari benang bedah ddiklasifikasikan berdasarkan tiga karakteristik: asal, perilaku biologis dan struktur.

Asal usul bahan

Dalam hal ini, asal usul merujuk kepada bahan apa yang digunakan untuk membuat benang bedah. Material benang bedah diklasifikasikan kepada tiga, yaitu natural (bahan mentah dari sumber alami, gbr. 1), sintetis (bahan mentah pembuatan benang bedah diproduksi melalui proses kimiawi, gbr. 2), dan logam (*stainless steel*, gbr. 3)

Material natural berasal dari sumber biologis, baik hewan maupun tumbuhan. Material sintetis yang digunakan adalah polimer yang direkayasa melalui proses kimiawi industri, yang kemudian dirancang untuk memenuhi standar dan karakteristik tertentu. Material sintetis merupakan bahan yang paling banyak digunakan dalam pembuatan benang bedah saat ini, jauh di atas material natural.

[Gambar 1. Benang bedah berbahan natural (catgut)]

[Gambar 2. Benang bedah berbahan sintetis (nilon)]

[Gambar 3. Benang bedah berbahan *stainless steel*]

Perilaku

Pengkategorian material benang bedah dari perilaku biologiknya ditentukan melalui seberapa mudah benang bedah tersebut diserap oleh tubuh. Pengkategorian tersebut dibagi menjadi:

- **Absorbable**, yaitu material yang dapat terdegradasi sepenuhnya dan diserap oleh tubuh setelah digunakan.
- **Nonabsorbable**, yaitu material yang bertahan wujudnya hingga seberapa lama pun tanpa mengalami degradasi.

Benang bedah yang ideal sekiranya hilang dari tubuh setelah menyelesaikan fungsinya, sehingga benang bedah yang paling bagus digunakan adalah yang terbuat dari bahan yang dapat diserap oleh tubuh. Keuntungan utama dari benang bedah yang dapat terdegradasi adalah hilangnya potensi masalah yang dapat muncul dari implantasi benda asing di tubuh dalam jangka panjang. Meskipun begitu, material semacam ini seringkali tidak cocok digunakan (seperti dalam kasus bedah hernia perineal, inguinal, dan umbilikal is ataupun dalam kasus ruptur traumatik) sehingga penggunaan benang bedah yang tidak dapat terdegradasi menjadi lebih utama.

Struktur

Berdasarkan strukturnya, material benang bedah dibedakan menjadi:

- **Monofilamen**, yang terdiri dari satu filamen dengan ketebalan atau diameter yang berbeda-beda (Gbr 4).
- **Multifilamen**, yang terdiri dari ikatan dan rangkaian beberapa filamen tipis yang menyusun benang dengan diameter yang dibutuhkan. Benang bedah seperti ini umumnya disusun dalam bentuk **jalinan atau kepangan** monofilamen hingga membentuk benang yang lebih besar (Gbr 5), namun terdapat pula bentuk benang berupa beberapa filamen yang **dipilin** satu sama lain hingga diameter yang diinginkan serta memiliki tampilan dan sifat seperti benang bedah monofilamen.

Semua jenis material benang bedah dapat dibagi berdasarkan ketiga karakteristik tersebut. Beberapa contoh diantaranya:

[Gambar 4. Benang bedah monofilamen poliglikonat]

[Gambar 5. Benang bedah terjalin polyglactin 910]

Klasifikasi material benang bedah berdasarkan karakteristiknya

- Natural, terpilin, dapat diserap:
 - o Catgut (polos dan kromik).
 - o *Polydioxanone*.
 - o *Poliglecaprone*.
- Natural, terpilin, tidak dapat diserap:
 - o Sutra mentah (hanya untuk optalmologi).
 - o Linen.
- Natural, terjalin, tidak dapat diserap:
 - o Sutra terjalin.
- Sintetis, dapat diserap, monofilamen:
 - o *Glyconate*.
- Sintetis, terjalin, dapat diserap:
 - o *Polyglycolic acid*.
 - o *Polyglactin 910*.
- Sintetis, tidak dapat diserap, monofilamen:
 - o *Polyamide*.
 - o *Polypropylene*.
 - o *Polyester*.
 - o *Polyvinylidene difluoride*, dll.

- Sintetis, tidak dapat diserap, pseudomonofilamen:
 - o *Polyamide*.
- Sintetis, terpilin, tidak dapat diserap:
 - o *Polyamide*.
- Sintetis, terjalin, tidak dapat diserap:
 - o *Polyester*.
- Metal:
 - o *Stainless steel* monofilamen.
 - o *Stainless steel* terpilin multifilamen.

Kelebihan dan kekurangan tiap-tiap material benang bedah

Ketiga karakteristik benang bedah yang telah disebutkan sebelumnya, yaitu asal usul, perilaku biologis, dan struktur, menentukan kelebihan dan kekurangan yang dimiliki tiap-tiap jenis bahan dibandingkan dengan bahan lainnya (Tabel 1, 2, dan 3).

Tabel 1. Benang bedah yang dapat diserap tubuh dibandingkan benang bedah yang tidak dapat diserap.

<i>Absorbable</i>		<i>Nonabsorbable</i>	
Kelebihan	Kekurangan	Kelebihan	Kekurangan
Dapat menghilang dengan sendirinya.	Dapat kendur.	Dapat membantu menutupnya luka dalam jangka panjang.	Tidak dapat menghilang dengan sendirinya.
Berpotensi kecil untuk memicu reaksi benda asing di dalam tubuh.	Hanya dapat membantu menutup luka secara sementara.		Adanya kemungkinan menimbulkan reaksi tertunda seperti reaksi benda asing.

Tabel 2. Benang bedah dijalin multifilamen dibandingkan benang bedah monofilamen.

Multifilamen		Monofilamen	
Kelebihan	Kekurangan	Kelebihan	Kekurangan
Mudah digunakan.	Punya daya gesek yang kuat, dapat	Menimbulkan trauma jaringan	Lebih sulit untuk digunakan.

Punya daya ikat simpul yang kuat, sulit kendur.	menarik jaringan yang dilewati.	yang lebih sedikit.	
	Dapat menimbulkan lebih banyak trauma jaringan.	Dapat melewati jaringan dengan lebih mudah.	Lebih sulit untuk diikat simpul.
		Tidak menimbulkan efek kapilaritas.	Memerlukan teknik simpul yang spesifik untuk memperkuat daya ikat benang.

Tabel 3. Benang bedah natural dibandingkan benang bedah sintesis.

Multifilamen		Monofilamen	
Kelebihan	Kekurangan	Kelebihan	Kekurangan
Mudah digunakan.	Reaksi jaringan yang menengah hingga tinggi.	Daya tegang tinggi.	Daya ikat simpul yang lebih rendah dibandingkan material natural (monofilamen sintesis)
Mudah diikat simpul (dibandingkan dengan benang bedah monofilamen sintesis). Histokompatibilitas tinggi.	Daya tegang rendah.	Perilaku biologisnya lebih mudah diprediksi.	

Berdasarkan informasi tersebut dapat disimpulkan bahwa benang bedah yang ideal terbuat dari material monofilamen sintesis yang dapat diserahp, dengan kekuatan benang yang tinggi, histokompatibilitas yang tinggi, serta mudah untuk digunakan dan diikat.

Setelah sedikit familiar dengan ketiga karakteristik tersebut, barulah penjelasan terkait pemilihan benang bedah yang paling sesuai dapat diberikan setelah ini.

Karakteristik benang bedah

Seperti yang telah dibahas sebelumnya, benang bedah yang berbeda dapat memiliki karakteristik mekanis atau fisik, kimiawi, dan biologis tertentu berdasarkan asal usul, perilaku biologis, dan struktur yang dimiliki benang bedah yang lebih cocok digunakan untuk menjahit atau menyambung jaringan tertentu.

Karakteristik

Karakteristik mekanis dan biologis dari masing-masing jenis benang bedah menentukan bagaimana kinerja penggunaan benang bedah tersebut serta jenis jaringan dan prosedur bedah seperti apa yang menggunakan benang bedah tertentu.

Karakteristik mekanis

Hal ini mencakup ukuran benang atau diameter, daya tegang, fleksibilitas (penting terutama saat mengikat simpul), kapilaritas dan tipe permukaan benang (dijalin atau monofilamen), deformasi radial dan longitudinal, dan ambang rusak.

Ukuran dan daya tegang benang bedah

Ukuran dari benang bedah merujuk kepada besar diameter benang tersebut, yang direpresentasikan secara numerik. Semakin banyak angka nol, semakin kecil diameter dari benang bedah tersebut. Sebagai contoh, benang berukuran 6/0 atau 000000 (enam nol) memiliki diameter yang lebih kecil dari benang berukuran 5/0 atau 00000 (lima nol). Semakin kecil diameternya, semakin rendah pula daya tegang benang bedah.

Hambatan dari jaringan yang menjadi subyek menentukan ukuran dan daya tegang material benang bedah yang akan digunakan. Pada umumnya, benang bedah yang digunakan memiliki daya tegang yang lebih rendah dari ambang rusak jaringan. Dokter bedah hewan seringkali sebisa mungkin menggunakan benang bedah dengan diameter paling kecil yang masih mampu mengikat jaringan dengan kuat.

Saat memilih benang bedah, penting untuk mengingat bahwa material monofilamen dapat melonggar, sedangkan benang yang dijalin tidak. Contoh sederhana dari perbedaan tersebut dapat dilihat pada perbedaan benang pancing dalam pancing laut dalam. Tarikan ikan dengan benang pancing

multifilamen terjalin akan langsung terasa, sedangkan saat menggunakan benang pancing monofilamen tidak akan terasa tarikan apa-apa.

Daya tegang dan ketahanan material

Daya tegang merujuk kepada kekuatan maksimal dari benang bedah untuk dapat menahan tarikan longitudinal.

Ketahanan dari sebuah material benang bedah tidak hanya berasal dari struktur kimiawinya, tetapi juga derajat keselarasan dan kompresi dari rantai makromolekularnya.

Terdapat dua bagian serat yang menyusun benang bedah, yaitu:

- **Bagian *crystalline***, yaitu rantai makromolekular yang paling banyak tersusun secara longitudinal.
- **Bagian *amorphous***, yang keseragaman susunannya tidak merata dan dengan rantai yang mengarah ke segala penjuru.

Bagian *crystalline* yang banyak akan memberikan daya tegang yang semakin kuat, namun juga membuat benang bedah yang semakin kaku dan mudah rapuh.

Material benang bedah yang bagus perlu memiliki rasio yang optimal antara *crystalline* dan *amorphous* untuk mencapai ketahanan yang cukup seiringan dengan kemudahan penggunaan dan pengikatan simpul.

Daya tegang dari material benang bedah berbanding lurus dengan ukuran benang bedah.

Fleksibilitas

Fleksibilitas menentukan seberapa mudah sebuah benang bedah digunakan dan diikat. Tingkat fleksibilitas material benang bedah didasarkan kepada daya tekuk dan torsionalnya.

Fleksibilitas material benang bedah ditentukan dari faktor-faktor berikut:

- **Struktur**, berdasarkan proporsi *amorphous* atau bagian bersusunan rendah di dalam serat benang bedah.
- **Ukuran**, fleksibilitas benang bedah berbanding terbalik dengan besar diameter benang bedah.
- **Struktur makro**, benang bedah multifilamen umumnya lebih mudah dibengkokkan dibandingkan dengan benang bedah monofilamen

dengan ukuran setara, terutama benang bedah dengan diameter yang besar.

- **Cairan pengemasan**, material seperti catgut sangat kaku sehingga untuk meningkatkan fleksibilitasnya seringkali dikemas dengan cairan pengawet yang terdiri dari campuran isopropil dan etil alkohol, gliserin dan sedikit air. Saat ini hampir semua material catgut dikemas kering setelah mendapat perlakuan khusus untuk meningkatkan fleksibilitasnya.

Tipe permukaan dan kapilaritas

Tekstur dari benang bedah bervariasi tergantung kepada apakah benang tersebut termasuk monofilamen, terpilin, atau terjalin. Ikatan simpul akan lebih mudah untuk menjadi longgar pada benang monofilamen karena permukaannya yang mulus menimbulkan lebih sedikit gesekan dibandingkan benang multifilamen terpilin atau terjalin.

Di sisi lain, benang terjalin akan menimbulkan lebih banyak trauma jaringan dibandingkan benang bedah monofilamen serta memiliki kapilaritas yang lebih tinggi, yang berarti benang tersebut dapat membawa cairan.

Benang bedah multifilamen mendapat perlakuan khusus dengan zat hidrofobik, seperti silikon, lilin, teflon™, polibutilat, dll. untuk menghasilkan permukaan benang yang lebih halus dan mengurangi efek kapilaritasnya.

Deformasi

Tipe deformasi berikut ini dapat terjadi ketika sebuah benang terkena tekanan secara longitudinal:

- **Deformasi longitudinal:** perbedaan panjang sebenarnya dari sebuah benang dan panjang setelah terkena tekanan atau tarikan secara longitudinal.
- **Kontraksi radial:** perbedaan diameter benang saat sebelum dan sesudah terkena tekanan atau tarikan. Jika deformasi tersebut menghilang setelah tekanannya juga menghilang, benang tersebut dapat disebut elastis.

Ambang rusak

Ambang rusak merujuk kepada ketahanan benang untuk menahan beban tegangan mendadak dalam tingkat kekuatan tertentu. Jika kekuatan tersebut melebihi ambang rusak benang, maka benang akan putus.

Ketika memilih material benang bedah berdasarkan karakteristik mekanisnya, penting untuk berfokus kepada keseluruhan karakteristik yang disebutkan sebelumnya dan tidak hanya berdasarkan daya tegang benang. Sebagai contoh, dalam kasus luka dengan oedema, benang bedah akan meregang sesuai dengan besarnya pembengkakan. Jika deformasi benang bedah melebihi tingkat elastisitasnya, maka ketika oedema mereda benang bedah tidak akan mampu mengikuti bentuk luka dan menutup luka secara seksama karena deformasi permanen yang diakibatkan pembengkakan.

Pada umumnya, pemilihan benang bedah perlu melihat karakteristik mekanis yang sebisa mungkin sesuai dengan jaringan yang menjadi perhatian.

Dengan begitu, direkomendasikan untuk menggunakan material benang bedah polipropilen monofilamen untuk jaringan yang memiliki kapasitas regangan yang tinggi seperti kulit, sedangkan material seperti baja lebih cocok digunakan pada jaringan yang lebih tidak meregang seperti tulang dan tendon.

Karakteristik biologis

Karakteristik biologis dari benang bedah menjadi penting karena berhubungan dengan pencegahan infeksi serta reaksi jaringan yang tidak diinginkan.

Kelekatan Bakteria

Tingkat kelekatan bakteria dapat diukur lewat komposisi fisik dan kimiawi dari material benang bedah. Kelekatan bakteris cenderung rendah pada benang bedah monofilamen yang memiliki permukaan mulus dibandingkan pada benang bedah monofilamen, yang memiliki permukaan yang lebih kasar dan menimbulkan efek kapilaritas.

Permukaan benang yang lebih kasar dapat mendukung terjadinya infeksi karena bakteri yang mampu masuk ke dalam celah diantara sambungan benang yang terjalin bisa jadi terhindar dari aktivitas makrofaga.

Saat menyembuhkan luka yang terkontaminasi, mengingat hubungan antara kelekatan bakteria dan munculnya infeksi luka, penting kemudian untuk memilih material benang bedah berdasarkan kelekatan bakterinya.

Reaksi jaringan

Implantasi dari material benang bedah kepada jaringan tubuh dapat menimbulkan reaksi pembengkakan, bergantung kepada tingkat kompatibilitas diantara keduanya. Reaksi tersebut dikenal sebagai reaksi benda asing dan kemunculannya dipengaruhi oleh faktor fisik, kimiawi, dan histologis:

- **Faktor fisik:** banyaknya benang bedah yang dimasukkan ke dalam jaringan, dan dipengaruhi panjang, besar, struktur eksternal dan koefisien geseknya.
- **Faktor kimiawi:** struktur kimiawi dari material dan keberadaan pewarna, pelumas atau pengawet yang diberikan kepada benang.
- **Faktor histologis:** tiap jaringan bereaksi secara berbeda-beda kepada benda asing, atau dalam hal ini, kepada benang bedah yang berbeda. Reaksi dari tiap jaringan bergantung kepada material yang digunakan untuk menjahit luka dan ligasi.

Absorpsi

Beberapa benang bedah dapat diserap oleh jaringan yang dijahit, sehingga benang tidak perlu diambil kembali ketika luka telah sembuh dan benang bedah tidak lagi dibutuhkan.

Dalam proses penyerapan, ikatan benang akan kehilangan daya tegangnya sedikit demi sedikit hingga menghilang sama sekali. Meskipun begitu, beberapa material masih akan tersisa di dalam jaringan hingga terserap sepenuhnya bahkan setelah kehilangan daya tegangnya. Berdasarkan komposisinya, benang bedah yang dapat terserap memiliki waktu serapan minimum yang setara dengan waktu mulai masuknya benang bedah ke dalam jaringan hingga material benang bedah mulai terdegradasi. Degradasi tersebut dapat terjadi secara enzimatik atau fagotik, seperti yang terjadi pada material catgut, atau secara hidrolisis, seperti yang terjadi pada material sintesis yang dapat terserap.

Terdapat beberapa parameter terkait absorpsi yang perlu diperhatikan ketika memilih benang bedah:

- **Daya tegang awal dari ikatan simpul.** Hal ini merujuk kepada kekuatan awal dari benang bedah ketika dikeluarkan dari wadah dan dimasukkan ke dalam jaringan.
- **Periode guna dari daya tegang.** Hal ini merujuk kepada periode saat benang bedah menahan sekitar 50% hingga 35% daya tegang awalnya dan masih dianggap mampu menahan luka yang diikat.

- **Waktu hingga kehilangan kekuatan.** Beberapa produsen benang bedah menyebut hal ini sebagai *tensile strength* / daya tegang; Hal ini merujuk kepada lama waktu benang bedah kehilangan kekuatan ikatannya setelah dimasukkan ke dalam jaringan. Pada jangka waktu periode guna hingga benang bedah kehilangan kekuatannya sama sekali, daya ikat benang bedah tidak dapat diandalkan untuk menahan bentuk luka dan ikatan simpul. Karena itu, periode guna dari daya tegang merupakan parameter yang paling penting bagi ahli bedah.
- **Waktu absorpsi.** Hal ini merujuk kepada lamanya waktu yang dibutuhkan untuk benang bedah yang dapat diserap untuk benar-benar hilang dari dalam tubuh.

Daya tegang dan persentasi absorpsi merupakan dua fenomena yang berbeda. Benang bedah bisa kehilangan daya tegangnya secara drastis dengan tingkat penyerapan yang lambat, atau menahan daya tegang yang tinggi selama masa pemulihan luka lalu tiba-tiba diserap oleh tubuh secara drastis pada akhirnya.

Deskripsi benang bedah yang umum digunakan

Catgut

Catgut adalah benang bedah natural yang dapat diserap, terbuat dari serat kolagen murni yang telah diproses dari bagian submukosa usus domba atau serosa usus sapi. Terdapat dua jenis catgut yang dapat digunakan, yaitu polos dan kromik.

Catgut dibentuk menjadi benang multifilament terpilin, dengan beberapa bagian yang dipilin secara ringan dan dipoles dengan mesin sehingga benang medis catgut memiliki permukaan yang relatif halus dan dengan diameter yang spesifik, seperti benang monofilament (Gbr. 1).

Benang catgut disterilisasi dengan radiasi gamma. Setelah implantasi, catgut diserap oleh tubuh dengan mekanisme dua langkah yang utamanya melibatkan makrofagus. Pertama, ikatan molekular catgut terdegradasi oleh hidrolisis dan kolagenolisis yang mengakibatkan hilangnya daya tegang benang. Kedua, catgut dicerna dan diserap oleh enzim proteolitik pada tahap akhir setelah diimplantasikan di dalam tubuh.

Kandungan kolagen sebesar kurang lebih 98% merupakan komponen utama yang menentukan daya tegang dan kemampuannya untuk dapat diserap tubuh dan menghasilkan efek samping. Kurang lebih sepertiga dari material diserap oleh tubuh setelah jahitan luka dilakukan dan 2/3 material setelah

delapan hari. Waktu minimum catgut diserap oleh tubuh adalah sepuluh hari, meskipun normalnya butuh 14 hingga 16 hari untuk mencapai akhir dari periode guna daya tegang. Dengan begitu, catgut banyak digunakan pada jaringan yang memiliki waktu pemulihan yang cepat yang tidak memiliki tekanan kepada luka. Penyerapan secara menyeluruh terjadi 70 hari setelah implantasi.

Ukuran benang yang lebih kecil menghasilkan reaksi jaringan yang lebih sedikit. Benang catgut polos dan kromik dengan diameter serupa memiliki daya tegang yang sama. Konsentrasi krom yang tinggi di dalam catgut dapat memperlambat serapan benang bedah dalam jumlah yang cukup besar.

Pada umumnya, catgut termasuk material yang mudah digunakan. Meskipun begitu, materialnya dapat mengembang dan melemah ketika basah, dan berpengaruh kepada berkurangnya kekuatan ikatan simpul. Sekarang pengemasan catgut dilakukan secara kering tanpa cairan pengemas tetapi diperlakukan dengan bermacam zat supaya catgut tetap lembab dan mudah digunakan.

Catgut paling banyak digunakan pada jaringan dengan resistensi rendah dan untuk bedah yang tanpa tegangan. Catgut digunakan pada bedah perut, usus, saluran empedu, saluran kemih, uterus, mukosa, dan jaringan lemak subkutan, serta ligasi pembuluh darah.

Gambar 1. Benang bedah catgut.

Polyglycolic Acid / Asam Poliglukolat (PGA)

Benang ini merupakan yang paling sederhana diantara semua poliester alifatik linear (tak bercabang). PGA merupakan hasil upaya pembentukan benang sintesis yang dapat diserap sepenuhnya. PGA adalah polimer yang terbentuk dari asam glikolik atau hidroksiasetik. PGA dijual sebagai benang bedah multifilament yang dilapisi kopolimer yang dapat diabsorpsi yang mengurangi efek kapilaritas serta besaran trauma. Ketika benang tersebut melewati jaringan tubuh, sehingga meningkatkan kemudahan penggunaan dan daya tegangnya (Gbr. 2).

PGA didegradasi di dalam tubuh melalui proses hidrolisis kimiawi dan, berbeda dengan poliglaktin 910, memiliki daya tegang yang lebih tinggi pada lingkungan asam daripada basa. Pada umumnya PGA menghasilkan reaksi jaringan minimal, meskipun dari waktu ke waktu dapat muncul kasus

intoleransi. PGA dapat menjaga separuh daya tegang setelah 15 hari dan diserap sepenuhnya setelah 120 hari.

Benang bedah PGA tersedia dalam benang terjalin berwarna hijau atau ungu, namun ukuran terkecilnya dibuat dengan benang berwarna polos, dengan ukuran diameter dan panjang yang bervariasi, serta dengan atau tanpa jarum.

Pada umumnya, material benang bedah ini cocok digunakan untuk saluran gastrointestinal, saluran kemih, jaringan subkutan, rongga mulut, aponeurosis dan fascia, serta dalam bedah ginekologis, perbaikan dan penutupan jaringan otot (kecuali hernia atau ruptur), dan ligasi pembuluh darah.

Gambar 2. Benang bedah asam poliaktik dan poliglikolik terjalin. Benang ini diberi warna violet.

Polyglycolic Acid / Asam poliglikolat berbobot molekular rendah

Material sintesis ini terdiri dari polimer berbobot molekular rendah dari asam glikolat. Material ini dibuat sebagai benang bedah multifilamen dengan lapisan luar yang dapat diserap yang meminimalisir kapilaritas dan mengurangi potensi trauma ketika melewati jaringan.

Asam poliglikolat berbobot molekular rendah didegradasi di dalam tubuh melalui proses hidrolisis kimiawi dan, berbeda dengan polyglactin 910, memiliki daya tegang yang lebih tinggi di lingkungan asam daripada basa. Benang medis ini menimbulkan reaksi jaringan yang minimal.

Benang bedah ini mampu menahan separuh daya tegangnya selama 7 hari dan diserap sepenuhnya oleh tubuh setelah 42 hari.

Benang bedah ini tersedia dalam bentuk benang terjalin polos atau berwarna biru (Gbr. 3), dengan panjang dan diameter yang beragam, serta dengan atau tanpa jarum.

Benang bedah ini digunakan dalam operasi ginekologi, pada jaringan subkutan, rongga mulut, optalmologi, dan pada ligatur.

Gambar 3. Benang bedah turunan asam poliglikolat berwarna polos.

Polyglactin 910

Polyglactin 910 adalah material benang bedah sintetis multifilamen (Gbr. 4). Benang ini diberi lapisan kopolimer asam laktat dan glikolat ditambah kalsium stearat. Kombinasi agen pelapis tersebut menghasilkan pelumas yang dapat diserap tubuh.

Daya tegang maksimal polyglactin 910 bertepatan dengan kondisi pH alami tubuh. Setelah 14 Hari pasca implantasi, polyglactin 910 mampu menahan setidaknya 65% dari daya tegangnya. Absorpsi benang terjadi secara minimal hingga hari ke-40, tetapi benang bedah ini sepenuhnya terserap pada antara hari ke-56 hingga 70, bergantung kepada besar benang yang digunakan.

Asam laktat dan glikolat mudah dibuang oleh tubuh, terutama dalam bentuk urin. Efektivitas dan keamanannya kepada jaringan neural dan kardiovaskular masih belum sepenuhnya diketahui.

Benang Polyglactin 910 tersedia dalam bentuk benang terjalin berwarna violet, namun benang berukuran paling kecil terbuat dari serat berwarna polos, dengan ukuran diameter dan panjang yang bervariasi, serta dengan atau tanpa jarum.

Pada umumnya, benang ini digunakan pada saluran gastrointestinal, saluran kemih, jaringan subkutan, rongga mulut, aponeurosis dan fascia, serta pada bedah ginekologi, perbaikan dan penutupan otot (kecuali hernia atau ruptur), serta ligasi pembuluh darah.

Gambar 4. Benang bedah polyglactin 910 terjalin berwarna violet.

Polyglactin 910 berbobot molekular rendah

Polyglactin 910 berbobot molekular rendah (Gbr. 5) adalah kopolimer sintetis multifilamen yang terdiri dari glikolida (90%) dan laktida (10%), dilapisi 50% campuran polyglactin 370 (35% glikolida dan 65% laktida) dan kalsium stearat. Kombinasi tersebut menghasilkan pelumas yang lebih mudah diserap.

Material ini memiliki daya tegang maksimum pada pH fisiologis. Tujuh hari setelah dimasukkan, polyglactin berbobot molekular rendah menahan setidaknya 30% dari daya tegangnya. Material ini dapat mendukung ikatan luka selama 10-12 hari dan diserap setelah 42 hari. Material ini menghasilkan reaksi jaringan yang sangat sedikit dan hasil degradasi dapat dengan mudah dibuang oleh tubuh, terutama melalui urin.

Benang tipe ini tersedia dalam bentuk benang terjalin berwarna violet, atau dengan serat berwarna polos, dan dengan variasi panjang yang beragam serta dengan atau tanpa jarum.

Polyglactin 910 berbobot molekular rendah digunakan pada bedah ginekologi, untuk jaringan subkutan, untuk rongga mulut, dalam optalmologi, dan pada ligatur.

Gambar 5. Benang polyglactin 910 berbobot molekular rendah terjalin berwarna putih.

Polydioxanone

Polydioxanone adalah benang bedah sintetis monofilamen yang terbuat dari poliester polimer. Benang tunggal yang dapat diserap ini memiliki permukaan yang halus serta fleksibilitas yang dapat mendukung pelekatan luka selama enam minggu, waktu yang dua kali lebih panjang dibandingkan benang sintetis dapat diserap lainnya.

Dengan keberadaannya sebagai material benang mutakhir, benang ini mampu menahan ikatan simpul dengan sangat erat. Benang ini menghasilkan reaksi jaringan yang ringan, dengan afinitas yang rendah untuk mikroorganisme serta kapilaritas yang rendah. Polydioxanone diserap melalui proses hidrolisis setelah 90 a=hari hingga enam bulan. Benang polydioxanone tersedia dalam warna violet dan polos.

Benang ini ideal digunakan untuk menyambung jaringan yang lembut, seperti jaringan pada operasi kardiovaskular, ginekologi, optalmik, dan digestif (Gbr. 6).

Gambar 6. Benang bedah polydioxanone terjalin. Tipe benang bedah ini jarang ditemukan saat ini. Benang ini digunakan pada bedah jaringan parenkim, seperti limpa atau hati.

Poly(trimethylene carbonate), PTMC

PTMC adalah material benang sintetis monofilamen dapat diserap yang terdiri dari asam glikolat dan kopolimer trimetilen karbonat dan disintesis melalui rekasi polimerisasi kationik. Benang ini fleksibel dan mampu menahan ikatan dengan kuat. PTMC adalah benang monofilamen generasi pertama, dengan kemampuan penggunaan dan ikatan yang sesuai. Material ini memiliki tingkat

absorpsi yang minimal selama masa sembuh luka, reaksi jaringan yang minimal, dan menghilang sepenuhnya dari jaringan setelah 6-7 bulan. Benang ini mampu menahan ikatan simpul dengan kuat dan memiliki daya tegang yang kuat (60 hari) dan waktu absorpsi yang lama (180 hari).

Sama seperti polydioxanone, benang ini digunakan pada jaringan yang lembut, termasuk jaringan kardiovaskular, ginekologi, optalmik dan digestif.

Poliglecaprone 25

Poliglecaprone 25 adalah material benang bedah sintetis, dapat diserap, monofilamen. Benang ini merupakan kopolimer glikolida dan ϵ -kaprolakton. Benang monofilament ini menawarkan fleksibilitas yang lebih tinggi untuk penanganan dan ikatan yang lebih baik. Benang ini kurang lebih tidak bereaksi di dalam jaringan tubuh manusia dan diserap melalui proses hidrolisis pada 91 hingga 119 hari setelah implantasi (Gbr. 7).

Benang ini ideal digunakan pada prosedur yang membutuhkan daya tegang yang tinggi yang dapat bertahan selama setidaknya dua minggu setelah operasi. Hal tersebut termasuk penutupan subepidermal, aproksimasi jaringan lunak dan ligasi (kecuali untuk jaringan saraf, kardiovaskular dan optalmik, atau dalam *microsurgery*).

Gambar 7. Benang bedah poliglecaprone monofilament berwarna violet.

Glikonat / Glyconate

Glikonat adalah material benang tanpa pelapis, sintetis, dapat diserap, monofilamen, yang terdiri dari 72% glikolida, 14% trimetilen karbonat, dan 14% ϵ -kaprolakton (Gbr. 8).

Benang ini diserap melalui proses hidrolisis, mampu menahan 50% daya tegangnya selama paling tidak 14 hari, dan diserap sepenuhnya oleh tubuh setelah 60 hingga 90 hari. Benang ini memiliki daya tegang yang tinggi, mampu menahan ikatan simpul dengan kuat, dan sepenuhnya biokompatibel dan kurang lebih tidak bereaksi di dalam jaringan. Glikonat tersedia dalam berbagai ukuran dengan jarum yang berbeda-beda, dan dengan warna violet.

Benang ini cocok digunakan untuk prosedur yang membutuhkan daya tegang awal yang tinggi yang mampu bertahan hingga dua minggu setelah operasi. Hal tersebut termasuk penutupan subepidermal, aproksimasi dan ligasi jaringan lunak (kecuali jaringan syaraf, kardiovaskular dan optalmik, atau dalam

microsurgery). Benang ini juga ditujukan penggunaannya pada saluran kemih, enterik anastomosis (Gbr. 9), saluran biliari, dan untuk bedah intradermal.

Gambar 8. Benang bedah glikonat monofilamen berwarna polos.

Gambar 9. Jahitan intestinal menggunakan material benang glikonat.

Surgical stainless steel

Benang stainless steel bedah adalah material benang sintetis, tidak bisa diserap, monofilamen atau terjalin multifilamen. Benang ini merupakan logam campuran besi dan karbon ditambah beberapa logam lain seperti krom atau nikel sesuai jenis baja (Gbr. 10). Benang stainless steel memiliki histokompatibilitas yang bagus sehingga pada praktiknya tidak menimbulkan reaksi jaringan sama sekali. Benang ini tersedia baik dalam bentuk monofilamen maupun multifilamen terjalin. Karakteristik utama dari benang bedah ini diantaranya adalah tidak adanya elemen beracun, fleksibilitas yang rendah, dan ukuran benang yang kecil. Benang ini memiliki daya tegang yang tinggi, menghasilkan reaksi jaringan yang sangat sedikit, dan mampu menahan ikatan simpul dengan kuat (terutama benang multifilamen terjalin). Benang bedah stainless steel sulit untuk digunakan karena benang ini dapat dengan mudah membentuk lingkaran yang membekas dalam bentuk benang dan menghasilkan titik lemah.

Benang ini sebaiknya tidak digunakan pada kasus yang memiliki implan yang terbuat dari paduan logam yang berbeda, karena campurannya dapat menghasilkan reaksi elektrolisis.

Benang ini digunakan pada situasi yang memerlukan daya tegang yang tinggi, seperti misalnya pada penutupan dinding abdominal, pada sternum, kulit, dan berbagai macam prosedur ortopedik dan bedah saraf.

Gambar 10. Benang bedah stainless steel.

Silk / Sutra

Benang ini merupakan material benang natural, tidak dapat diserap, multifilamen (Gbr. 11). Sutra mentah merupakan filamen kontinu yang dipintal oleh larva ulat sutra (*Bombyx mori*) untuk membuat kepompong. Benang sutra

pada dasarnya merupakan protein yang dibentuk menjadi jalinan atau pilinan benang yang melalui proses penghilangan getah, tanpa diputihkan, dan mungkin diwarnai hitam menggunakan batu bara. Karena merupakan protein, sutra dapat bertindak sebagai antigen dan memicu respon imunologis. Benang ini juga memiliki kapilaritas yang tinggi sehingga tidak disarankan untuk digunakan pada luka yang terinfeksi. Untuk meminimalisir efek ini benang sutra dilapisi oleh lilin atau silikon untuk mengurangi kapilaritasnya, meningkatkan elastisitasnya, dan mengurangi tingkat reaksi jaringan.

Sutra sangat mudah digunakan, mampu menahan ikatan simpul dengan kuat dan memiliki daya tegang yang bagus, meskipun daya tegangnya dapat berkurang setelah terpapar kelembaban.

Studi in vivo jangka panjang menunjukkan bahwa sutra kehilangan sebagian besar daya tegangnya setelah kurang lebih satu tahun dan tidak dapat dideteksi sama sekali di dalam jaringan setelah dua tahun. Hal ini menunjukkan bahwa dalam praktiknya sutra bertindak seperti benang bedah dapat diserap yang berjangka waktu lama. Meskipun begitu benang ini diklasifikasikan oleh United States Pharmacopoeia (USP) sebagai benang yang tidak dapat diserap.

Sutra digunakan pada kulit, anastomosis vaskular dan arteriotomi. Benang ini dapat juga digunakan pada ligatur, dan dalam prosedur bedah saraf, optalmologis, dan saluran digestif.

Gambar 11. Benang bedah sutra terjalin.

Linen

Linen adalah material benang tidak dapat diserap, multifilamen yang terdiri dari serat yang berasal dari tangkai dewasa dari tanaman Rami (*Linum usitasissimum*), yang dipintal bersama dan dilapisi dengan lapisan antikapilaritas (Gbr. 12). Berbeda dengan material lainnya, seperti sutra terjalin sebagai contoh, linen tidak memiliki diameter yang setara sepanjang benangnya, walaupun benang ini memiliki daya tegang yang tinggi, terutama ketika basah. Ikatan simpul tidak selip dan mampu bertahan dengan erat.

Linen digunakan untuk jahitan luka yang memerlukan daya tegang tinggi dan ikatan yang bertahan lama, seperti dalam jahitan kulit (*cutaneous*) atau gastrik.

Gambar 12. Benang bedah linen.

Nilon

Nilon adalah material benang sintesis, tidak dapat diserap, monofilament atau multifilament (Gbr. 13). Benang ini adalah polimer poliamida yang dihasilkan melalui sintesis kimiawi. Elastisitas nilon membuatnya cocok untuk menjaga dan menutup kulit. Benang ini tersedia dalam warna polos atau diwarnai untuk meningkatkan visibilitasnya. Nilon tersedia dalam bentuk monofilament atau benang terjalin:

- Nilon monofilament memiliki daya tegang tinggi dan menghasilkan reaksi jaringan yang sedikit. Benang ini diurai melalui proses hidrolisis sebesar 15-20% tiap tahunnya. Ketika ditarik dan dilepaskan kembali benang ini mampu kembali ke ukuran aslinya (*memory effect*). Karena hal ini benang ini memerlukan lebih banyak lilitan dalam ikatan simpulnya dibandingkan benang bedah nilon terjalin.
- Benang nilon terjalin terdiri dari jalinan filamen yang tersusun erat yang seringkali diberi lapisan untuk meningkatkan kemudahan penggunaannya. Benang ini dapat digunakan pada jaringan apapun yang dapat dijahit oleh benang bedah tidak dapat diserap multifilament. Benang nilon terjalin pada umumnya kehilangan sekitar 15-20% daya tegangnya setiap tahun.

Nilon dapat digunakan pada bedah kulit (Gbr. 14), aponeurosis, dinding abdominal, ligament kapsular, dan tendon, serta dalam *microsurgery* dan optalmologi.

Gambar 13. Benang bedah nilon berwarna biru.

Gambar 14. Jahitan bedah kulit yang dilakukan menggunakan nilon.

Benang bedah serat poliester

Ini merupakan material benang sintesis, tidak dapat diserap, yang terdiri dari serat poliester mentah yang dijalin dengan erat menjadi benang multifilament. Serat poliester lebih kuat dibandingkan dengan serat natural, tidak mengalami pengurangan daya tegang Ketika dibasahi sebelum digunakan, dan menghasilkan reaksi jaringan secara minimal.

Material benang sintesis terjalin ini bertahan di dalam tubuh tanpa batas, memberikan tegangan benang secara akurat

dan konstan, sehingga meminimalisir kemungkinan pecah atau rusaknya jahitan.

Beberapa serat poliester dilapisi atau direndam dalam zat tertentu seperti silicon. Pelapisan tersebut membantu serat yang terjalin melewati jaringan dan membantu dalam penanganannya yang bagus, serta pengikatan lilitan yang lebih lembut. Benang ini menghasilkan reaksi jaringan yang minim dan menjaga daya tegang awalnya dalam waktu yang panjang.

Benang ini digunakan pada aproksimasi jaringan lunak dan ligasi jaringan kardiovaskular, optalmologis dan neurologis.

Polipropilen / Polypropylene

Polipropilen adalah material benang sintetis, tidak dapat diserap monofilament. Benang ini memiliki daya tegang yang bertahan lama, tidak bereaksi di dalam jaringan dan tidak terdegradasi (Gbr. 15). Polipropilen dapat bertahan dari degradasi asam, basa, dan enzimatik. Benang ini juga dengan mudah melewati jaringan dan menghasilkan sedikit reaksi jaringan. Karakteristik utama lain dari material ini adalah kemampuannya untuk mempertahankan daya tegangnya selama beberapa tahun. Benang ini juga dapat menahan ikatan simpul lebih baik dari benang monofilament sintetis lain, menghasilkan keamanan ikatan yang bagus.

Benang ini digunakan pada operasi kardiovaskular, ortopedik dan pada kulit. Benang ini terutama digunakan untuk menyambungkan jala/mesh polipropilen pada jaringan. Polipropilen direkomendasikan pada kasus dimana reaksi jaringan harus diminimalisir, seperti misalnya pada luka yang terkontaminasi (untuk menekan pembentukan seroma) atau nantinya ketika ekstraksi benang bedah (jika diperlukan).

Gambar 15. Benang bedah polipropilen.

Polyvinylidene difluoride (PVDF)

PVDF adalah material benang sintetis, tidak dapat diserap, monofilament dengan histokompatibilitas yang bagus dan daya tegang yang tinggi. Benang ini sangat fleksibel dan stabil, dan tidak terdegradasi. Benang ini biasanya tersedia dalam warna hijau.

PVDF diindikasikan pada operasi plastik, kardiovaskular, dan kasus lainnya yang membutuhkan benang yang tidak dapat diserap.

Expanded polytetrafluoroethylene (PTFE)

Material benang ini merupakan material sintetis, tidak dapat diserap, monofilament dengan struktur kenyal, histokompatibilitas yang bagus dan daya tegang yang tinggi. Benang ini tidak dapat terdegradasi dan dapat dengan mudah digunakan.

Benang ini diproduksi dengan warna putih. Struktur kenyal dari PTFE berarti bahwa benang ini dapat ditekan kepada lubang tusukan jarum, menghasilkan fistula kecil atau pendarahan tepat.

Benang PTFE digunakan terutama pada operasi vaskuler ketika memasukkan implant PTFE.