p-ISSN : 1411-3597
e-ISSN : 2527-7286
DOI : 0.35965/eco.v23i1.2526

Pengawetan Preparat Jaringan Anatomi Plastinasi

Preparation of Plastination Tissue Anatomy

Tedy Amirudin, Bayu Pratama Putra*
Email: dr.mroe251@gmail.com
Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Bosowa

Diterima: 09 Februari 2023 / Disetujui: 30 April 2023

ABSTRAK

Pengenalan formalin, larutan formaldehida, sebagai desinfektan dan fiksatif merupakan peningkatan penting dalam ilmu anatomi dan histologi. Tulisan ini merupakan garis besar sejarah penggunaan formalin berdasarkan teks sumber primer dan kajian sejarah. Kami menggambarkan bagaimana penemuan asetaldehida pada abad ke-18 mengarah pada pengembangan formalin sebagai bahan yang paling umum dalam cairan pembalseman di abad ke-20 dan masih digunakan sampai sekarang. Kontribusi yang sangat penting untuk proses ini dibuat oleh Justus von Liebig, Alexander Butlerow dan August Wilhelm Hofmann dalam pengembangan teknik preparasi anatomis dan histologis, dan oleh Ferdinand Blum, Ferdinand Julius Cohn, Frederick C. Kenyon dan Victor Wehr dalam penggunaan praktis dari larutan formaldehida dalam pengawetan dan fiksasi jaringan lunak. Namun, formalin bukannya tanpa kekurangan dan karena toksisitasnya semakin dipahami, metode untuk mengurangi efeknya dituntut. Akhirnya teknik preparasi yang lebih aman dikembangkan, termasuk plastinasi Hagens dan Metode Pembalseman Thiel. Teknik-teknik ini suatu hari nanti mungkin sebagian besar menggantikan larutan formalin konsentrasi tinggi tetapi keduanya masih membutuhkan setidaknya sejumlah kecil formaldehida untuk mengawetkan jaringan untuk dipelajari.

Kata Kunci: Larutan Formaldehida, Teknik Persiapan Ilmiah, Sejarah Anatomi, Sejarah Histologi

ABSTRACT

The introduction of formalin, formaldehyde solution, as a disinfectant and fixative is an important advance in anatomy and histology. This paper is an outline of the history of the use of formalin based on primary source texts and historical studies. We describe how the discovery of acetaldehyde in the 18th century led to the development of formaldehyde as the most common ingredient in embalming fluids in the 20th century and is still used today. Very important contributions to this process were made by Justus von Liebig, Alexander Butlerow and August Wilhelm Hofmann in the development of anatomical and histological preparation techniques, and by Ferdinand Blum, Ferdinand Julius Cohn, Frederick C. Kenyon and Victor Wehr in the practical use of formaldehyde solutions in preservation and fixation of soft tissues. However, formalin is not without drawbacks and as its toxicity is increasingly understood, methods to mitigate its effects are demanded. Eventually safer preparation techniques were developed, including Hagens plastination and Thiel's Method of Embalming. These techniques may one day largely replace high-concentration formalin solutions but both still require at least small amounts of formaldehyde to preserve the tissue for study.

***Keywords**: Formaldehyde Solutions, Scientific Preparation Techniques, History of Anatomy, History of Histology*

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

A. PENDAHULUAN

Formalin adalah larutan formaldehida jenuh (35-40%). Formalin merupakan cairan tidak berwarna dengan bau dan rasa yang menyengat, mengiritasi, mudah bercampur dengan etanol. Formalin menunjukkan sifat fiksatif dan pengawet yang kuat (Musial,

2016). Fiksatif yang paling umum untuk spesimen biologis secara historis adalah formalin (Hagens, 2002) Larutan 3-4% digunakan untuk memperbaiki jaringan tanaman dan berbagai konsentrasi untuk jaringan hewan dan manusia untuk studi mikroskopik. Larutan 1-2% dapat digunakan sebagai desinfektan, antiseptic atau antiperspirant. Formalin juga digunakan dalam pembuatan furniture, pakaian, kosmetik, dan kertas. Sebelum awal abad ke-20, formaldehida digunakan terutama untuk desinfeksi bedah dan rumah sakit atau untuk mengawetkan preparat anatomi (Musial, 2016)

Anatomi adalah landasan pendidikan bagi sebagian besar profesi kesehatan dengan penggunaan tubuh manusia yang merupakan pilihan utama alat pengajaran untuk memahami berbagai struktur tubuh manusia. Kemampuan dan kualitas pengawetan kadaver telah memungkinkan penggunaan tersebut (Balta, 2015)

Pengenalan formalin sebagai pengawet pada tahun 1893 merupakan langkah penting dalam sejarah pengawetan (Feigl, dkk (2009) Formalin paling banyak digunakan dalam pembalseman anatomis. Formalin memberikan hasil yang konsisten dalam hal pencegahan autolisis dan pembusukan dengan biaya yang terjangkau. Sejarah formalin berawal perkembangan pengetahuan kuno menjadi pemahaman ilmiah oleh para ilmuwan seperti kimiawan Jerman-Swedia Carl Wilhelm Scheele yang menemukan sejumlah unsur dan senyawa. Pada tahun 1777 ia menemukan zat yang kemudian dikenal sebagai asetaldehida. Saat mempelajari oksidasi alkohol pada tahun 1835, Justus von Liebig mengkaregorikan asetaldehida sebagai “alkohol terdehidrogenasi” dan menyebutnya pada saat itu “aldehida”. Dengan pemahaman yang berkembang tentang kimia aldehida, Alexander Butlerow menjadi orang pertama yang mensintesis formaldehida dalam bentuk gas dan sebagai polimer dalam larutan pada tahun 1859. Pada tahun 1868, August Wilhelm Hofmann mengusulkan metode sederhana untuk meproduksi formaldehida dari methanol dan menentukan struktur molekulnya (Pashaei, 2010)

Plastinasi adalah teknik atau proses pengawetan jaringan, organ dan seluruh tubuh untuk menghasilkan spesimen anatomi yang tidak beracun, yang dapat digunakan untuk tujuan pendidikan jangka panjang, yang pertama kali dikembangkan oleh Dr. Gunther von Hagens pada tahun 1977 (Riederer, 2014).

Ide dasar plastinasi adalah bahwa polimer plastik mengggantkan cairan biologis dalam spesimen tertentu. (Riederer, 2014). Air dan lemak dalam jaringan biologis digantikan dengan plastik tertentu (silikon, epoksi, poliester), sehingga menghasilkan spesimen yang dapat disentuh, tidak berbau atau membusuk, dan bahkan mempertahankan sebagian besar sifat sampel asli (Ng & Ang, 2010)

Plastinasi memainkan peran yang semakin penting dalam pengawetan jaringan dan pengajaran anatomi jangka panjang (Zhirov, 2016), dan mengubah cara para professional medis, peneliti, dan mahasiswa yang terlibat (Sheth & Bhatanagar, 2018) Plastinat memberikan sejumlah keunggulan dibandingkan studi anatomi tradisional yang mencakup spesimen basah dan/atau model buatan (Zhirov, 2016).

Plastinasi ditemukan dan diperkenalkan oleh Dr. Gunther von Hagens dari Institut Anatomi Universitas Heidelberg di Jerman, sebagai bagian dari pekerjaannya sebagai asisten ilmiah pada Institut tersebut.

Pada awalnya Dr. von Hagens mencari metode untuk meningkatkan kualitas spesimen ginjal di laboratorium sehingga ia mulai bereksperimen dengan berbagai plastik dan akhirnya setelah banyak trial and error pada banyak jaringan dan organ, lahirlah dasar-dasar metode plastinasi (Utomo, 2015) Pada 10 Januari 1977 ia berhasil membuat plastinat pertama dari ginjal (Sari, 2019)

Selanjutnya Dr. von Hagens menghabiskan sepuluh tahun untuk menemukan cara membuat spesimen plastinasi manusia, hingga akhirnya plastinasi merupakan teknologi pengawetan spesimen paling canggih. International Society for Plastination (ISP) didirikan dan membuat plastinasi menyebar dengan cepat ke seluruh dunia (Haryanto, 2019).

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian kualitatif yang bersifat studi pustaka (library research) yang menggunkan buku-buku dan literatur-literatur lainnya sebagai objek yang utama. Jenis penelitian yang digunakan adalah kualitatif, yaitu penelitian yang menghasilkan informasi berupa catatan dan data deskriptif yang terdapat di dalam teks yang diteliti. Dengan penelitian kualitatif, perlu dilakukan analisis deskriptif. Metode analisis deskriptif memberikan gambaran dan keterangan yang secara jelas, objektif, sistematis, analitis dan kritis mengenai plastinasi.

Pendekatan kualitatif yang didasarkan pada langkah awal yang ditempuh dengan mengumpulkan data-data yang dibutuhkan, kemudian dilakukan klasifikasi dan deskripsi.

Sebagai penelitian kepustakaan, maka sumber data ada dua macam yang akan dipaparkan yaitu sumber primer dan sumber sekunder. Sumber primer adalah suatu referensi yang dijadikan sumber utama acuan penelitian. Dalam penelitian ini. Sumber sekunder adalah referensi-referensi pendukung dan pelengkap bagi sumber primer

Dalam penelitian kepustakaan, metode yang digunakan untuk mengumpulkan data penelitian berupa data-data kepustakaan yang telah dipilih, dicari, disajikan dan dianalisis. Sumber data penelitian ini mencari data-data kepustakaan yang substansinya membutukan tindakan pengolahan secara filosofis dan teoritis. Studi pustaka di sini adalah studi pustaka tanpa disertai uji empirik. Data yang disajikan adalah data yang berbentuk kata yang memerlukan pengolahan supaya ringkas dan sistematis. Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan mengumpulkan buku-buku tentang plastinasi. Kemudian dipilih, disajikan dan dianalisis serta diolah supaya ringkas dan sistematis. Analisis adalah serangkaian upaya sederhana tentang bagaimana data penelitian pada gilirannya dikembangkan dan diolah ke dalam kerangka kerja sederhana. Data yang sudah terkumpul kemudian dianalisis untuk mendapatkan informasi, namun terlebih dahulu data tersebut diseleksi atas dasar reliabilitasnya. Dalam penelitian ini menggunakan teknik analisi data berupa analisis isi (content analysis). Analisis isi merupakn analis ilmiah tentang isi pesan suatu data.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Plastinasi adalah teknik pengawetan jaringan biologi yang telah menjadi populer dalam bidang kedokteran dan pameran anatomi. Teknik ini dikembangkan oleh seorang anatomis asal Jerman bernama Gunther von Hagens pada tahun 1977 dan telah digunakan untuk mengawetkan berbagai jenis jaringan biologi, mulai dari manusia hingga hewan.

Plastinasi memberikan beberapa keuntungan dalam bidang kedokteran dan edukasi. Salah satunya adalah memperlihatkan struktur tubuh manusia dengan jelas. Proses plastinasi membuat jaringan biologi menjadi transparan dan keras, sehingga memungkinkan untuk melihat struktur tubuh manusia secara

jelas dan detail. Selain itu, plastinasi juga dapat membantu memperbaiki pemahaman tentang struktur tubuh manusia dan patologi yang terkait dengannya, sehingga dapat membantu dalam proses pendidikan dan penelitian. Namun, plastinasi juga menimbulkan kontroversi karena dianggap kurang etis terhadap tubuh manusia, sehingga harus dilakukan dengan memperhatikan etika dan aturan yang berlaku dalam bidang kedokteran dan penelitian. Plastinasi pertama kali diperkenalkan ke Indonesia pada tahun 2008 oleh Gunther von Hagens dan timnya dari Institut Plastinasi Jerman, dalam sebuah pameran bertajuk "Körperwelten". Pameran ini mendapat sambutan yang luar biasa dari masyarakat Indonesia dan berhasil menarik lebih dari 250.000 pengunjung.

Sejak saat itu, teknik plastinasi terus berkembang di Indonesia dan banyak universitas dan institusi pendidikan tinggi di Indonesia yang mulai menggunakan teknik ini sebagai alat bantu dalam proses pendidikan dan penelitian. Beberapa universitas di Indonesia bahkan telah membangun laboratorium plastinasi sendiri dan melakukan penelitian menggunakan teknik ini.

Namun, penggunaan plastinasi di Indonesia juga menuai kontroversi dan mendapat kritik dari beberapa kalangan. Beberapa orang menganggap penggunaan tubuh manusia untuk tujuan edukasi dan penelitian sebagai pelanggaran etika dan hak asasi manusia. Selain itu, beberapa pihak juga mempertanyakan legalitas penggunaan tubuh manusia untuk tujuan plastinasi dan menuntut adanya pengawasan dan regulasi yang lebih ketat dalam penggunaan teknik ini.

Secara umum, perkembangan plastinasi di Indonesia masih tergolong relatif baru dan masih memerlukan pengembangan lebih lanjut dalam hal regulasi dan etika. Namun, penggunaan teknik ini di Indonesia masih terus berkembang dan diharapkan dapat memberikan kontribusi yang positif dalam bidang pendidikan dan penelitian.

Proses plastinasi terdiri dari enam langkah, yaitu8, 15 :

1. Embalming (pembalseman)
   Selama langkah ini, formaldehida atau larutan pengawet lainnya dialirkan melalui arteri, membunuh bakteri dan mencegah dekomposisi jaringan.
2. Diseksi
   Semua kulit, jaringan lemak dan jaringan ikat dihilangkan untuk mempersiapkan struktur dan elemen

anatomi secara strategis untuk langkah selanjutnya.

3. Dehidrasi dan Defatting

   Pada tahap ini, plastinasi berbeda dengan Teknik pengawetan tradisional. Air dan lemak dikeluarkan dari tubuh dan diganti dengan aseton.

4. Impregnasi Paksa

   Sementara terendam dalam polimer cair, seperti karet silikon, poliester atau resin epoksi, spesimen dimasukkan ke dalam ruang hampa, menyebabkan aseton menguap, meninggalkan sel-sel untuk menarik plastik cair.

5. Pemosisian

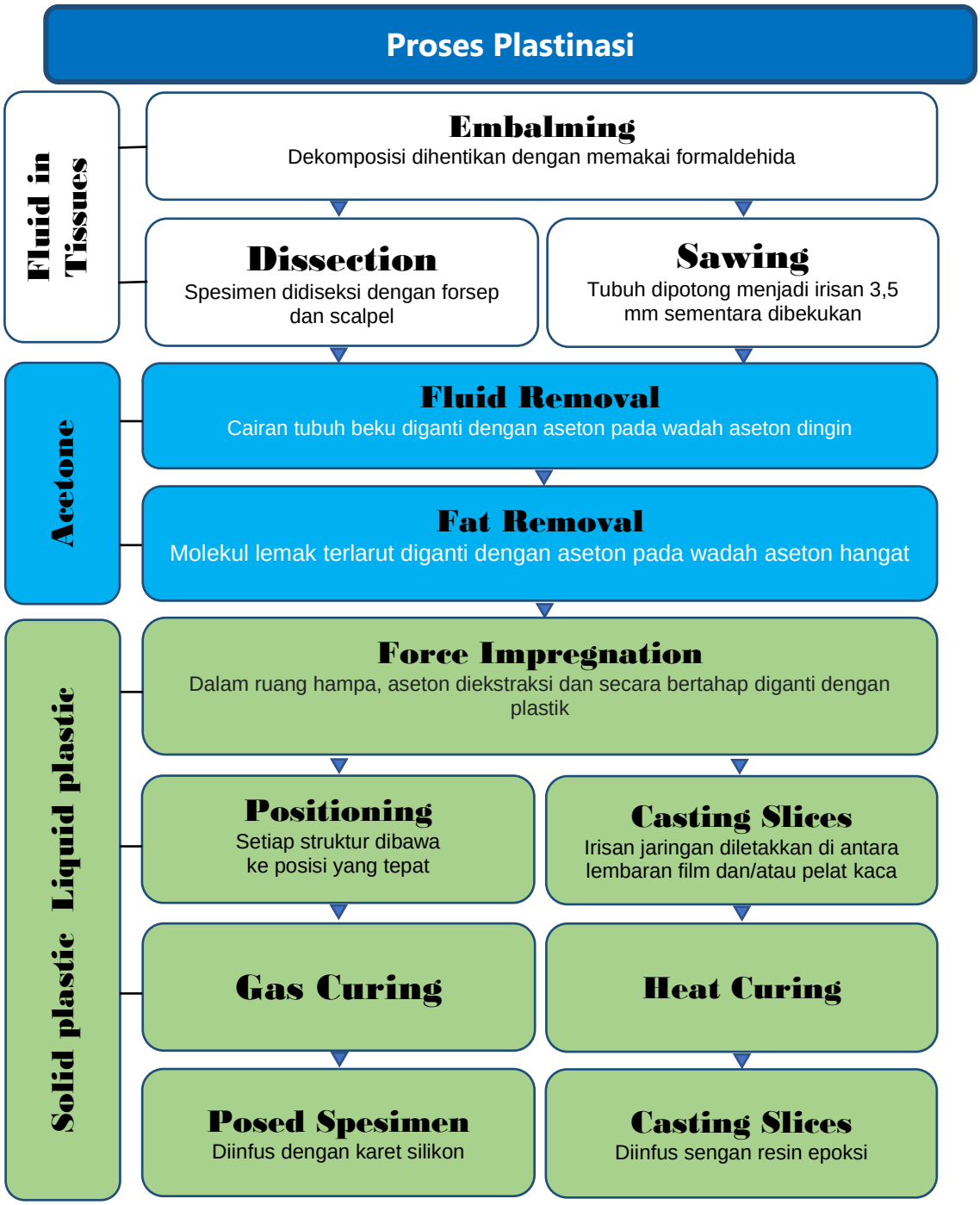
   Sementara masih fleksibel, tubuh diatur dalam posisi yang diinginkan dengan memakai kabel, jarum, klem dan blok busa. Tahap ini memerlukan pengetahuan ahli anatomi dan estetika yang kuat.

6. Pengerasan

   Gas, cahaya atau panas dimasukkan untuk melindungi dari dekomposisi dan pembusukan. Hasilnya memberikan plastinat tahan lama yang mempertahankan sebagian besar sifat aslinya, termasuk bobot yang tepat.

Keenam langkah proses plastinasi diringkaskan dengan diagram pada Gambar 1.

Keuntungan plastinasi dibandingkan dengan pengawetan dengan formalin yaitu: (1). Penyimpanan sampel yang diplastinasi lebih mudah; (2). Prosedur ini menawarkan spesimen yang benar-benar diawetkan tanpa uap formalin atau bau menyengat; (3). Relatif lebih murah dalam jangka waktu lebih lama; (4). Terkadang sebagian mahasiswa sulit untuk belajar karena bau formalin yang pada akhirnya menurunkan minat mahasiswa; (5). Spesimen dapat diawetkan sampai 40 tahun; (6). Plastinasi menawarkan fitur yang relatif lebih rinci karena semua struktur terawetkan sepenuhnya dalam keadaan hampir alami; (7). Dengan bantuan plastinasi lembaran menjadi jauh lebih mudah untuk mempelajari anatomi topografi secara detail; (8). Kita dapat mengawetkan parasit yang ada dalam daging seperti larva dalam daging busuk dapat diawetkan untuk demonstrasi; (9). Sampel jaringan rapuh seperti hematoma intra-serebral dapat diawetkan dengan sempurna dan dibuat tahan lama untuk digunakan di masa mendatang.



Gambar 1. Diagram Proses Plastinasi

Namun plastinasi juga memiliki kekurangan yaitu: (1). Spesimen yang diplastinasi relative tidak fleksibel sehingga menjadi sulit untuk untuk menunjukkan fitur anatomi yang lebih dalam; (2). Untuk praktek klinik, spesimen yang diplastinasi tidak ideal untuk digunakan; (3). Proses plastinasi cukup memakan waktu, dan teknik yang sensitif sehingga membutuhkan tenaga yang terampil; (4). Bahan kimia yang digunakan dalam prosedur plastinasi

menimbulkan bahaya kesehatan jika tidak ditangani dengan benar; (5). Dapat terjadi paparan patogen terutama selama pemrosesan awal sampel.

Ada beberapa jenis polimer yang berbeda yaitu Epoxiy, Silicon Ruber, Poliyester. Selain itu ada tiga jenis plastinasi dari jaringan biolog yaitu dinding tubuh, vascular/ pembuluh darah, potongan- potongan tipis dari jaringan. Dari ketiga bagian tersebut polimer masuk ke seluruh jaringan yang akan mengantikan lemak dan air. Prosedur pada tahapan plastinasi sebagai berikut: (1). Fixation -> 1 S/d 4 hari dengan formalin 10%; (2). Dehydarsi -> 4 S/d 5 minggu dengan suhu 25°C dengan larutan aceton; (3). Vakumnisasi -> menggunakan vakum chamber dengan tekanan 5 mm Hg; (4). Hardening / curing 4-5 minggu. Apabila cairan aceton berubah warna menjadi kuning maka sudah dinyatakan sempurna dengan suhu 20-25°C untuk hasil yang baik dapat merubah polimer menjadi padat.

Plastinasi memiliki beberapa manfaat antara lain: (1). Plastinasi sebagai alat edukasi anatomy; (2). Display pada museum.

D. KESIMPULAN DAN SARAN

Plastinasi adalah bahwa teknik pengawetan ini memberikan banyak keuntungan dalam bidang kedokteran dan edukasi, antara lain meningkatkan pemahaman tentang anatomi dan patologi, meningkatkan keamanan dalam operasi, dan memperlihatkan perubahan pada tubuh akibat penyakit. Namun, plastinasi juga menimbulkan kontroversi karena dianggap kurang etis terhadap tubuh manusia, sehingga harus dilakukan dengan memperhatikan etika dan aturan yang berlaku dalam bidang kedokteran dan penelitian. Secara keseluruhan, plastinasi dapat menjadi alat yang sangat bermanfaat dalam bidang kedokteran dan edukasi, asalkan dilakukan dengan memperhatikan etika dan regulasi yang berlaku serta mendapat dukungan dan penerimaan dari masyarakat.

Penggunaan teknik plastinasi adalah bahwa penggunaannya harus diatur dengan baik dan memperhatikan etika dan aturan yang berlaku dalam bidang kedokteran dan penelitian. Pemerintah dan institusi terkait harus membuat regulasi yang jelas terkait dengan penggunaan tubuh manusia untuk tujuan plastinasi, dan memastikan bahwa penggunaannya dilakukan dengan cara yang etis dan tidak merugikan orang lain.

Selain itu, penggunaan teknik plastinasi juga harus diimbangi dengan pendidikan dan sosialisasi yang memadai

kepada masyarakat tentang manfaat dan risiko dari teknik ini, serta memperhatikan sensitivitas budaya dan agama di Indonesia. Hal ini akan membantu mengurangi kontroversi dan meningkatkan penerimaan masyarakat terhadap penggunaan teknik plastinasi.

DAFTAR PUSTAKA

Balta, J.Y. et al. 2015 : Human preservation techniques in anatomy: A 2021st century medical education perspective. Clin. Anat. 28

Feigl, G. C., Fochtmann, A., Mittermayer, C., & Rieger, M. (2009). Plastination: A Tool for Teaching Anatomy and Pathology in the 21st Century. Journal of Anatomy, 214(5), 652-661. Artikel ini membahas tentang penggunaan teknik plastinasi dalam pendidikan dan penelitian anatomi dan patologi, serta memberikan gambaran tentang perkembangan teknik ini dalam kurun waktu 20 tahun terakhir.

Haryanto, J. (2019). Anatomical Body Donation in Indonesia: Ethics and Law. Medical Law Review, 27(2), 264-285.

Musial, A et al, 2016 : Formalin use in anatomical and histological science in the 19th and 20th centuries. Folia Medica Cracoviensia Vol. LVI, 3.

Ng, V. Y., & Ang, E. S. (2010). The Ethics of Using Human Tissue in Medical Education. The Annals of the Academy of Medicine, Singapore, 39(11), 854-858. Artikel ini membahas tentang isu etika yang terkait dengan penggunaan tubuh manusia untuk tujuan pendidikan medis, termasuk dalam hal penggunaan teknik plastinasi.

Oetomo, D. (2011). The Exhibition of Human Bodies: Controversies and Responses in Indonesia. Asian Studies Review, 35(3), 307-323. Artikel ini membahas tentang kontroversi dan tanggapan terhadap pameran tubuh manusia di Indonesia, termasuk dalam hal penggunaan teknik plastinasi.

Pashaei, S. 2010. A brief review on the history, methods and applications of plastination. Int. J. Morphol., 28(4)

Riederer, B.M., 2014: Plastination and its importance in teaching anatomy. Critical points for long-term preservation of human tissue. J Anat. Mar; 224(3)

Sari, M. M. (2019). The Ethics of Using Cadaver in Medical Education in Indonesia. Kesmas: National Public Health Journal, 14(2), 52-57. Artikel ini membahas tentang etika penggunaan jasad manusia dalam pendidikan medis di Indonesia, termasuk penggunaan teknik plastinasi.

Sheth, P., & Bhatnagar, G. (2018). Plastination in Medical Education and Research: A Systematic Review. Journal of Clinical and Diagnostic Research, 12(7), AE01-AE06. Artikel ini adalah sebuah tinjauan sistematis tentang penggunaan teknik plastinasi dalam pendidikan medis dan penelitian, yang mencakup hasil penelitian terbaru dan penggunaannya dalam berbagai bidang klinis.

Utomo, D. N. (2015). Exhibiting the Body in Indonesia: Between Anatomical Science and Popular Culture. Indonesia and the Malay World, 43(125), 62-81. Artikel ini membahas tentang perdebatan tentang penggunaan tubuh manusia untuk tujuan pendidikan dan hiburan di Indonesia, termasuk dalam hal teknik plastinasi.

von Hagens, G. (2002). Plastination: Anatomical Expositions. Institute for Plastination. Buku ini ditulis oleh pencipta teknik plastinasi sendiri, Gunther von Hagens, dan menjelaskan secara detail tentang teknik dan proses plastinasi.

Zhirov, A. V. (2016). Plastination in Anatomy: History, Methods, Types of Preparation, Applications and Perspectives. European Journal of Anatomy, 20(2), 107-117. Artikel ini membahas tentang sejarah, metode, dan jenis-jenis preparasi plastinasi, serta penggunaannya dalam bidang kedokteran, penelitian, dan pendidikan.