

PENGGUNAAN KLORIN 10% SEBAGAI BAHAN PENGAWETAN TERHADAP PERUBAHAN MAKROSKOPIS *Rattus norvegicus* JANTAN 48 JAM KEMATIAN

Kelvin Artha Wijaya¹, Nabil Bahasuan², Riami³, Andi Abdullah⁴

¹ Fakultas Kedokteran, Universitas Hang Tuah Surabaya, Provinsi Jawa Timur, Indonesia

² Departemen Ilmu Kedokteran Forensik dan Medikolegal, Fakultas Kedokteran, Universitas Hang Tuah Surabaya, Provinsi Jawa Timur, Indonesia

³ Departemen Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Hang Tuah Surabaya, Provinsi Jawa Timur, Indonesia

⁴ Departemen Ilmu Bedah Ortopedi dan Traumatologi, Rumah Sakit Pusat Angkatan Laut Surabaya, Provinsi Jawa Timur, Indonesia

Korespondensi kelvinayow12@gmail.com Telp/ HP 085784846813

Naskah Masuk 24 September 2025, Revisi 20 Desember 2025, Layak Terbit 31 Januari 2026

Abstrak

Latar Belakang: *Embalming* adalah seni dan sains untuk mengawetkan jenazah manusia dengan cara merawatnya menggunakan bahan kimia untuk mencegah pembusukan. Bahan secara umum yang digunakan untuk *embalming* berupa *formaldehyde* atau yang biasa disebut dengan formalin. Akan tetapi, diperlukan sebuah alternatif untuk menggantikan formalin tanpa mengurangi efektivitas dari kerja formalin. Sebuah alternatif yang memungkinkan adalah klorin, suatu zat yang efektif dalam membunuh bakteri dan virus memastikan air bersih dan mengurangi penyebaran penyakit.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan klorin sebagai alternatif formalin dalam pengawetan jenazah selama 48 jam kematian.

Metode: 32 tikus jantan dibagi menjadi dua kelompok dalam keadaan mati: kelompok yang diinjeksi larutan formalin 10% dan kelompok yang diinjeksi larutan klorin 10%. Skor dekomposisi dianalisis secara makroskopis dalam jangka waktu 48 jam dan dinilai efektivitasnya.

Hasil: Skor dekomposisi rata-rata untuk kedua kelompok tikus yang disuntik dengan larutan formalin 10% dan larutan klorin 10% adalah 6. Uji Mann-Whitney U tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok ($p = 0,550$).

Kesimpulan: Kedua larutan, formalin 10% dan klorin 10%, ditemukan sama efektifnya.

Kata kunci : *Embalming*, derajat perubahan makroskopis, formalin, klorin

Abstract

Background: *Embalming* is the art and science of preserving the human body by treating it with chemicals to prevent decomposition. The commonly used substance for embalming is formaldehyde, or commonly known as formalin. However, there is a need for an alternative to replace formalin without reducing its effectiveness. One possible alternative is chlorine, a substance effective in killing bacteria and viruses, ensuring clean water, and reducing the spread of diseases. The working mechanism of formalin is similar to that of chlorine, as formalin, being antimicrobial, inactivates bacteria, thereby inhibiting bacterial growth and preventing decomposition.

Objective: This research aims to determine the effectiveness of using chlorine as an alternative to formalin in the preservation of corpses for 48 hours post-mortem.

Methods: Thirty-two male rats, post-mortem, were divided into two groups: one injected with 10% formalin solution and the other with 10% chlorine solution. Decomposition scores were analyzed

macroscopically over a 48-hour period to assess their effectiveness.

Results: The average decomposition score for both groups of rats injected with 10% formalin and 10% chlorine solution was 6. The Mann-Whitney U test revealed no significant difference between the two groups ($p = 0.550$).

Conclusion: Both 10% formalin and 10% chlorine solutions were found to be equally effective.

Keyword: Embalming, postmortem changes, formalin, chlorine

PENDAHULUAN

Pengawetan jenazah merupakan suatu proses yang bertujuan untuk memperlambat atau menghentikan proses dekomposisi pada tubuh manusia setelah meninggal. Faktor-faktor pengawetan jenazah meliputi tubuh dan kondisi (usia dan kondisi penyakit), proses pengawetan, bahan kimia dan produk yang digunakan serta durasi proses dan teknik yang digunakan. Proses ini memiliki peran penting dalam berbagai bidang, termasuk forensik, medis, dan antropologi. Salah satu zat kimia yang umum digunakan dalam proses pengawetan adalah formalin (Gelderman *et al.*, 2018).

Meskipun formalin efektif dalam mengawetkan jenazah, penggunaan zat ini menimbulkan berbagai permasalahan. Formalin memiliki bau yang sangat menyengat dan dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan, mata, dan kulit. Selain itu, formalin juga bersifat karsinogenik dan dapat meningkatkan risiko terjadinya kanker. Oleh karena itu, penggunaan formalin dalam proses pengawetan jenazah terus menjadi perdebatan dan mendorong para ahli untuk mencari alternatif yang lebih aman (Dan *et al.*, 2020).

Salah satu alternatif yang akan diteliti adalah penggunaan klorin. Klorin memiliki sifat disinfektan yang kuat dan efektif dalam membunuh

bakteri. Penggunaan klorin dalam proses pengawetan jenazah diharapkan dapat mengurangi risiko paparan terhadap bahan kimia berbahaya seperti formalin. Namun, efektivitas klorin dalam jangka panjang dan dampaknya terhadap kualitas pengawetan jenazah masih perlu diteliti lebih lanjut (Nizer, Inkovskiy and Overhage, 2020).

Penelitian mengenai perbandingan efektivitas formalin dan klorin dalam proses pengawetan jenazah serta dampaknya terhadap kesehatan dan lingkungan sangat diperlukan untuk mendapatkan metode pengawetan jenazah yang lebih aman, murah dan efektif.

METODE

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *post-test only control group design*. Dalam metode ini, digunakan 2 kelompok tikus, yaitu kelompok tikus yang diawetkan menggunakan formalin 10% dan kelompok tikus yang diawetkan menggunakan klorin 10%.

Tikus putih dihitung dan dipilih secara acak sesuai dengan kriteria inklusi yang sudah ditentukan. Membagi hewan coba menjadi dua kelompok (kelompok formalin dan kelompok klorin) dengan jumlah yang sama banyak. Kedua kelompok hewan coba dimasukkan ke dalam kandang yang berbeda. Bahan-bahan yang dibutuhkan berupa pakan tikus, ketamin, formalin, dan klorin disiapkan

agar dapat beradaptasi terhadap lingkungan selama dua hari. Kedua kelompok tikus diberi makan secara teratur dengan makanan standar dan minuman yang sama selama dua hari.

Tikus diambil dari masing-masing kelompok secara bertahap. Lalu diberi injeksi dosis letal ketamin 10% secara intramuscular pada bagian paha tikus. Setelah tikus mati, lakukan disinfeksi dengan memandikan kulit tikus hingga bersih dengan menggunakan larutan klorin. Biarkan tikus kering terlebih dahulu.

Lakukan injeksi formalin 10% pada kelompok tikus yang diinjeksi formalin melalui *intramuscular* pada leher tikus dengan mengarahkan jarum ke arah otak tikus serta injeksi dua bagian thorax (kiri dan kanan), dan abdomen tikus dengan formalin 10% melalui intramuscular sampai tubuh tikus mengembang. Lakukan injeksi klorin 10% pada kelompok tikus yang diinjeksi klorin melalui *intramuscular* dengan bagian yang sama yaitu leher, thorax, dan abdomen.

Tikus disimpan selama 48 jam (dua hari) dalam wadah steril dan terhindar dari sumber infeksi. Setelah 48 jam, pengamatan dilakukan secara *gross* dengan sistem *scoring International Journal of Legal Medicine*. Sisa tubuh tikus dimasukkan ke dalam kantong plastik dan ditutup dengan rapat kemudian dikirim ke fasilitas incinerator RSPAL dr. Ramelan untuk proses pemusnahan yang aman dan sesuai prosedur.



Gambar 1. Surat Keterangan Laik Etik

HASIL

Penelitian dilakukan di Laboratorium Hiperbarik dan Biomolekuler Terpadu Universitas Hang Tuah Surabaya, diperoleh *score* derajat perubahan *postmortem* secara makroskopis pada kedua kelompok tikus yang diuji sebagai berikut:

Tabel 1. *Score* derajat perubahan *postmortem* secara *Gross* pada kelompok Formalin 10%

Tikus ke-	<i>Score</i> derajat perubahan <i>postmortem</i>			Total Score
	Wajah	Tubuh	Tungkai	

1	2	2	1	5
2	2	2	2	6
3	2	2	2	6
4	2	2	1	5
5	2	2	2	6
6	2	2	2	6
7	2	2	2	6
8	2	2	2	6
9	2	2	2	6
10	2	2	2	6
11	1	2	1	4
12	2	2	2	6
13	3	2	2	7
14	3	2	2	7
15	2	2	2	6
16	2	2	2	6

Tabel 2. Score derajat perubahan *postmortem* secara Gross pada kelompok Klorin 10%

Tikus ke-	Score derajat perubahan <i>postmortem</i>			Total Score
	Wajah	Tubuh	Tungkai	
1	2	2	2	6
2	2	2	2	6
3	1	2	2	5
4	2	2	2	6
5	2	1	2	5
6	2	2	2	6
7	2	2	2	6
8	3	2	2	7
9	2	1	2	5
10	2	2	2	6
11	1	2	1	4
12	2	2	2	6
13	2	2	2	6
14	2	2	2	6
15	2	2	2	6
16	2	2	2	6

Tabel 3. Hasil Uji Hipotesis Mann-Whitney U Derajat Perubahan *Postmortem* pada kelompok Formalin 10% dan Klorin 10%

	Hasil
Mann-Whitney U	115.000

Pada tabel 3, hasil dari Uji *Mann-Whitney U* pada derajat perubahan postmortem menunjukkan signifikansi 0.550 ($p>0.05$) maka H_0 diterima sehingga hipotesisnya adalah tidak terdapat perbedaan pengaruh larutan formalin 10% dan larutan klorin 10% sebagai bahan *embalming* pada derajat perubahan postmortem secara makroskopis.

PEMBAHASAN

Pada 16 ekor tikus yang diberikan larutan formalin 10% sebagai bahan pengawetan ditemukan jumlah skor derajat perubahan:

1. Bagian wajah pada satu ekor tikus diberi skor 1 poin karena tidak ditemukan adanya perubahan. Tiga belas ekor tikus diberi skor 2 poin karena ditemukan mata berawan pada tikus dan di bagian tepi wajah ditemukan warna bernuansa kecoklatan. Dua ekor tikus diberi skor 3 poin karena ditemukan adanya pus atau cairan yang keluar dari hidung dengan perubahan warna cairan dari coklat menjadi hitam.
2. Bagian wajah pada enam belas ekor tikus diberi skor 2 poin karena tikus masih

mengalami kaku mayat (*rigor mortis*).

3. Bagian tungkai pada tiga ekor tikus diberi skor 1 poin karena tidak ditemukan adanya perubahan. Tiga belas ekor tikus diberi skor 2 poin karena ditemukan adanya perubahan warna pada bagian kuku tikus menjadi kecoklatan.

Dibuktikan bahwa formalin 10% yang diinjeksi melalui intramuscular dapat digunakan sebagai bahan pengawet pada mayat. Fungsi utama formalin adalah pengawetan jenazah. Zat ini bekerja dengan cara membunuh kuman dan bakteri yang menyebabkan pembusukan. Selain itu, formalin juga membuat jaringan tubuh menjadi lebih keras dan tahan lama, sehingga cocok untuk dipelajari (Utuh and Ugwoha, 2021).

Pada 16 ekor tikus yang diberikan larutan klorin 10% sebagai bahan pengawetan ditemukan jumlah skor derajat perubahan:

1. Bagian wajah pada dua ekor tikus diberi skor 1 poin karena tidak ditemukan adanya perubahan. Tiga belas ekor tikus diberi skor 2 poin karena ditemukan mata berawan pada tikus dan di bagian tepi wajah ditemukan warna bernuansa kecoklatan. Satu ekor tikus diberi skor

3 poin karena ditemukan adanya pus atau cairan yang keluar dari hidung dengan perubahan warna cairan dari coklat menjadi hitam.

2. Bagian tubuh pada dua ekor tikus diberi skor 1 poin karena tidak ditemukan adanya perubahan. Empat belas ekor tikus diberi skor 2 poin karena tikus masih mengalami kaku mayat (*rigor mortis*) dan terdapat lebam mayat (*livor mortis*).
3. Bagian tungkai pada satu ekor tikus diberi skor 1 poin karena tidak ditemukan adanya perubahan. Lima belas ekor tikus diberi skor 2 poin karena ditemukan adanya perubahan warna pada bagian kuku tikus menjadi kecoklatan.

Berdasarkan hasil skor tersebut ditemukan bahwa klorin 10% yang diinjeksi melalui intramuscular dapat digunakan sebagai bahan pengawet pada mayat. Cara kerja klorin mirip dengan formalin untuk menonaktifkan mikroba patogen. Pada sistem distribusi air, ditambahkan klorin untuk untuk mengontrol pertumbuhan mikroba dan mungkin juga menunjukkan kerusakan atau hilangnya integritas air sistem pengobatan (Nizer, Inkovskiy and Overhage, 2020).

KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian

ini adalah larutan klorin 10% terbukti efektif digunakan sebagai alternatif pengganti larutan formalin 10% sebagai bahan pengawetan (*embalming*).

SARAN

Dari hasil penelitian, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait jumlah dosis yang digunakan untuk injeksi *intramuscular* di tiap regio yang akan disuntik pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur wistar.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lama untuk menentukan lebih lanjut seberapa lama efektivitas klorin 10% untuk pengawetan jenazah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Nabil, dr., Sp. F., SH., MH., Dr. Riami, dr., M.Kes., dr. Andi Abdullah Mts, Sp. OT, M.M. atas bantuan yang diberikan dalam penyusunan artikel ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dan S, Pant M, Kaur T, Pant S. TOXIC EFFECT OF FORMALDEHYDE: A SYSTEMATIC REVIEW. International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science @International Research Journal of Modernization in Engineering [Internet]. 2020 [cited 2025 Sep 24]. Available from: www.irjmets.com
- [2] Gelderman HT, Boer L, Naujocks T, Ijzermans ACM, Duijst WLJM. The development of a post-mortem

- interval estimation for human remains found on land in the Netherlands. International Journal of Legal Medicine. 2018;132(3):863–73.
- [3] Nizer WS da C, Inkovskiy V, Overhage J. Surviving reactive chlorine stress: Responses of gram-negative bacteria to hypochlorous acid. Microorganisms [Internet]. 2020 [cited 2025 Sep 24]. Available from: <https://doi.org/10.3390/microorganisms8081220>
- [4] Nadiya JN, Hidayat ZS, Peramiarti I. Formalin Effectiveness Test With Various Concentration of Clostridium perfringens Growth Inhibition Evaluation Study of Preserving Bodies Method. Journal of Indonesian Forensic and Legal Medicine. 2019.
- [5] Utuh IA, Ugwoha E. Effects of Formaldehyde Exposure on Human Body-A Review Article. Asian Journal of Medicine and Health. 2021;19(12):131–42.
- [6] Wilcox EL. Embalming: Diseases and Conditions 3 CE Hours [Internet]. 2016 [cited 2025 Sep 24]. Available from: www.funeralcourse.com