

PERBEDAAN HASIL CROSSMATCH METODE GEL DENGAN WAKTU INKUBASI 5 MENIT, 10 MENIT, DAN 15 MENIT

*(Differences in Gel Method Crossmatch Results with Incubation
Times of 5 Minutes, 10 Minutes, and 15 Minutes)*

Keke Putri Wulansari^{1*}

¹ Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Bina Cipta Husada, Jl. Pahlawan No.V/6, Tanjung,
Banyumas 53144, Jawa Tengah, Indonesia

*Korespondensi : kekeputri98w@gmail.com

ABSTRACT

Crossmatch is an essential procedure in blood transfusion to ensure compatibility between donor and recipient blood and to prevent transfusion reactions. The gel method is widely used due to its high sensitivity and specificity, as well as its more objective result interpretation; however, the effectiveness of shorter incubation times still requires evaluation. This study aimed to determine the effect of incubation time variations on the results of gel method crossmatch examinations. This laboratory experimental study employed a one-group posttest-only design using 10 venous blood samples obtained from healthy respondents selected through purposive sampling. Gel method crossmatch examinations were performed using incubation times of 5 minutes, 10 minutes, and 15 minutes. Agglutination results were subsequently observed and analyzed. The results demonstrated that all samples (100%) showed negative agglutination across all incubation time variations, indicating no differences in crossmatch results among the three incubation durations. These findings suggest that variations in incubation time between 5 and 15 minutes do not influence the results of gel method crossmatch examinations in healthy populations. Therefore, the gel crossmatch method may be applied with shorter incubation times under specific conditions without compromising examination accuracy, potentially improving efficiency in blood transfusion services.

Keywords : Blood Transfusion, Crossmatch, Gel Method, Incubation Time

ABSTRAK

Crossmatch merupakan prosedur penting dalam transfusi darah untuk memastikan kecocokan antara darah donor dan resipien guna mencegah terjadinya reaksi transfusi. Metode gel banyak digunakan karena memiliki sensitivitas dan spesifisitas tinggi serta interpretasi hasil yang lebih objektif, namun efektivitas waktu inkubasi yang efisien masih perlu dikaji. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu inkubasi terhadap hasil pemeriksaan crossmatch metode gel. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan desain one group posttest only design menggunakan 10 sampel darah vena dari responden sehat yang dipilih secara purposive sampling. Pemeriksaan crossmatch metode gel dilakukan dengan variasi waktu inkubasi 5 menit, 10 menit, dan 15 menit, kemudian hasil aglutinasi diamati dan dianalisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh sampel (100%) memberikan hasil aglutinasi negatif pada ketiga variasi waktu inkubasi yang digunakan, sehingga tidak ditemukan perbedaan hasil pemeriksaan antar waktu inkubasi. Dapat disimpulkan bahwa variasi waktu inkubasi 5–15 menit tidak memengaruhi hasil pemeriksaan crossmatch metode gel pada populasi

sehat, sehingga metode ini berpotensi diterapkan secara lebih efisien dalam kondisi tertentu tanpa mengurangi akurasi pemeriksaan.

Kata kunci : *Crossmatch*, Metode Gel, Transfusi Darah, Waktu Inkubasi

PENDAHULUAN

Transfusi darah merupakan tindakan medis esensial yang berperan penting dalam menyelamatkan nyawa, khususnya pada pasien dengan kehilangan darah masif, anemia berat, dan gangguan hematologi (Situmorang *et al.*, 2023). Prosedur ini bertujuan untuk menggantikan volume darah serta komponen darah guna mempertahankan kapasitas oksigenasi dan fungsi hemostasis tubuh (Acker *et al.*, 2016). Oleh karena itu, keamanan dan ketepatan dalam setiap tahapan transfusi menjadi hal yang sangat krusial.

Di Indonesia, kebutuhan darah nasional diperkirakan mencapai 5,1 juta kantong per tahun, sementara ketersediaan darah hingga tahun 2023 baru mencapai sekitar 4,7 juta kantong, masih di bawah standar minimal *World Health Organization* sebesar 2% dari total populasi (Kemenkes RI, 2023). Kondisi ini menuntut optimalisasi pelayanan transfusi darah, tidak hanya dari sisi ketersediaan, tetapi juga dari aspek mutu dan keselamatan.

Salah satu tahapan penting dalam pra transfusi adalah pemeriksaan *crossmatch*, yaitu uji kecocokan antara darah donor dan resipien untuk mendeteksi kemungkinan reaksi imunologis yang dapat menyebabkan reaksi transfusi hemolitik. Reaksi transfusi akibat inkompatibilitas darah, terutama yang melibatkan antibodi irreguler masih menjadi tantangan dalam pelayanan transfusi. Antibodi irreguler yang tidak terdeteksi secara optimal dapat menyebabkan reaksi transfusi hemolitik akut maupun tertunda, sehingga meningkatkan risiko morbiditas pasien (Gonnade *et al.*, 2022).

Seiring perkembangan teknologi, metode *crossmatch* konvensional tabung mulai banyak digantikan oleh metode gel, seperti *Column Agglutination Test*, yang memiliki sensitivitas dan spesifisitas lebih tinggi serta pembacaan hasil yang lebih objektif (Dinardo *et al.*, 2014; Fadillah *et al.*, 2023). Meskipun demikian, akurasi metode gel dipengaruhi oleh faktor teknis, salah satunya adalah waktu inkubasi yang berperan dalam optimalisasi interaksi antigen antibodi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa variasi waktu inkubasi dapat memengaruhi kekuatan reaksi aglutinasi (Fadillah *et al.*, 2023). Namun, penelitian yang secara khusus membandingkan efektivitas waktu inkubasi singkat, yaitu 5, 10, dan 15 menit, pada metode gel masih sangat terbatas, terutama di Indonesia.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi lama waktu inkubasi terhadap hasil pemeriksaan *crossmatch* metode gel, sebagai dasar ilmiah dalam penyusunan prosedur pemeriksaan yang lebih efisien tanpa mengurangi aspek akurasi dan keselamatan pasien.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental laboratorik menggunakan desain *pre-experimental* tipe *one group posttest only design*. Dalam desain ini, satu kelompok subjek diberikan perlakuan berupa variasi waktu inkubasi pada pemeriksaan *crossmatch* metode gel tanpa menggunakan kelompok kontrol pembanding.

Populasi penelitian adalah individu yang memenuhi persyaratan untuk dilakukan pemeriksaan *crossmatch* di laboratorium. Sampel penelitian berupa darah vena dari 10 responden yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Kriteria inklusi meliputi individu dalam kondisi sehat, kadar hemoglobin 12–14 g/dL, berat badan minimal 45 kg,

belum pernah menerima transfusi darah, serta memiliki golongan darah ABO dan Rhesus yang telah diketahui. Seluruh responden telah memberikan persetujuan tertulis (*informed consent*) sebelum pengambilan sampel dilakukan.

Variabel independen dalam penelitian ini adalah waktu inkubasi pemeriksaan crossmatch metode gel dengan tiga variasi, yaitu 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Variabel dependen adalah hasil aglutinasi pemeriksaan crossmatch. Instrumen dan bahan yang digunakan meliputi spuit 5 mL, tabung reaksi, rak tabung, *tourniquet*, kapas kering, heparin, mikropipet, larutan saline, *LISS/Coombs*, sentrifugator *crossmatch*, inkubator, serta *microtube gel*.

Prosedur penelitian diawali dengan pengambilan darah vena sebanyak ± 3 mL dari setiap responden. Sampel darah kemudian disentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 5 menit untuk memisahkan serum dan sel darah merah. Suspensi sel darah merah dibuat dengan konsentrasi 1% menggunakan larutan saline, baik untuk donor maupun resipien. Pemeriksaan *crossmatch* dilakukan menggunakan tabung *LISS/Coombs* yang meliputi uji mayor, minor, dan *auto control*. Seluruh tabung diinkubasi pada suhu 37°C dengan variasi waktu inkubasi 5 menit, 10 menit, dan 15 menit, kemudian disentrifugasi pada kecepatan 1300 rpm selama 5 menit. Kontrol positif dan kontrol negatif digunakan sebagai pembanding untuk memastikan validitas hasil pemeriksaan.

Pembacaan hasil dilakukan secara visual oleh dua analis laboratorium secara independen. Interpretasi hasil didasarkan pada derajat aglutinasi, yaitu 1+, 2+, 3+, dan 4+. Data dianalisis secara univariat untuk menggambarkan karakteristik responden dan distribusi hasil aglutinasi. Analisis perbandingan antar variasi waktu inkubasi dilakukan secara deskriptif mengingat hasil pemeriksaan tidak menunjukkan variasi nilai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Hasil Pemeriksaan Crossmatch Metode Gel

Seluruh sampel darah yang diperiksa menggunakan metode *crossmatch* gel dengan variasi waktu inkubasi 5 menit, 10 menit, dan 15 menit menunjukkan hasil yang sama, yaitu tidak terjadinya aglutinasi atau reaksi negatif. Hasil pemeriksaan tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat inkompatibilitas antara serum resipien dan sel darah merah donor pada seluruh perlakuan waktu inkubasi yang digunakan.

Tabel 1. Tabulasi Hasil Aglutinasi *Crossmatch* Metode Gel Berdasarkan Waktu Inkubasi

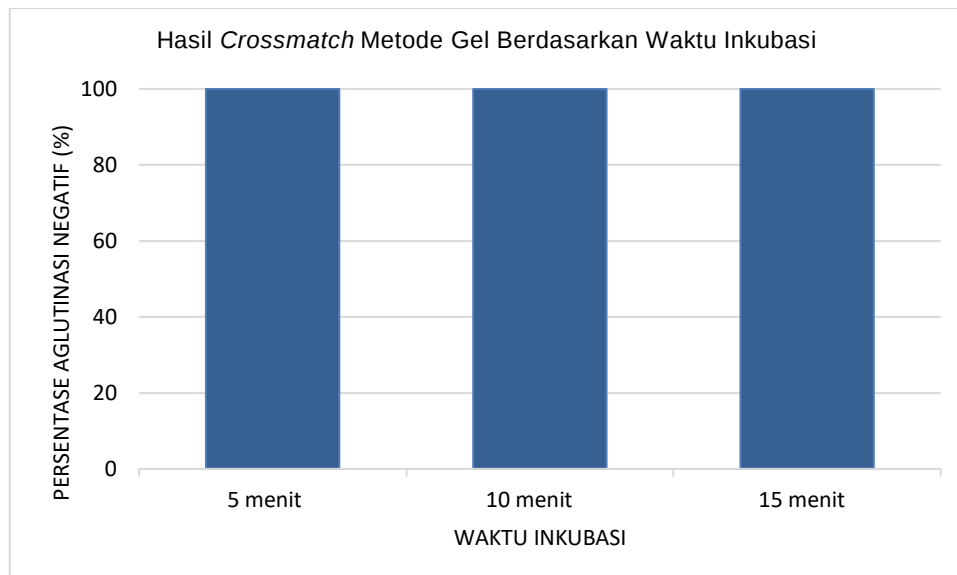
Hasil	Waktu						Total
	5 Menit		10 Menit		15 Menit		N
	N	%	N	%	N	%	
Normal	10	33,3	10	33,3	10	33,3	30
Total	10	33,3	10	33,3	10	33,3	30

Keterangan: Persentase merupakan proporsi dari total keseluruhan data hasil pemeriksaan (n = 30).

Berdasarkan Tabel 1, seluruh sampel pada masing-masing variasi waktu inkubasi menunjukkan hasil aglutinasi negatif sebesar 100%. Persentase 33,3% pada setiap waktu inkubasi merupakan distribusi proporsional dari total data keseluruhan pemeriksaan, bukan persentase per kelompok waktu inkubasi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa variasi waktu inkubasi tidak menimbulkan perbedaan hasil aglutinasi pada pemeriksaan *crossmatch* metode gel.

Perbandingan Hasil Aglutinasi Berdasarkan Waktu Inkubasi

Hasil pemeriksaan juga disajikan dalam bentuk grafik untuk memperjelas perbandingan hasil aglutinasi berdasarkan variasi waktu inkubasi.



Gambar 1. Persentase hasil aglutinasi pemeriksaan *crossmatch* metode gel pada variasi waktu inkubasi 5, 10, dan 15 menit

Grafik diatas menunjukkan persentase hasil aglutinasi negatif pada masing-masing variasi waktu inkubasi. Seluruh sampel memberikan hasil aglutinasi negatif (100%) pada semua waktu inkubasi yang diuji, sehingga tidak ditemukan perbedaan hasil aglutinasi antar variasi waktu inkubasi. Hasil ini menunjukkan bahwa perubahan durasi inkubasi dalam rentang waktu tersebut tidak memengaruhi hasil pemeriksaan *crossmatch* metode gel.

Temuan utama dalam penelitian ini menunjukkan bahwa variasi waktu inkubasi 5 menit, 10 menit, dan 15 menit pada pemeriksaan *crossmatch* metode gel tidak memengaruhi hasil reaksi aglutinasi. Seluruh sampel menunjukkan reaksi negatif, yang menandakan adanya kompatibilitas antara darah donor dan resipien. Hasil ini mengindikasikan bahwa pada populasi sehat tanpa riwayat transfusi sebelumnya, pemeriksaan *crossmatch* metode gel tetap memberikan hasil yang akurat meskipun dilakukan dengan waktu inkubasi yang lebih singkat.

Secara mekanisme pemeriksaan, waktu inkubasi berperan dalam memberikan kesempatan bagi antibodi dalam serum untuk berikatan dengan antigen pada permukaan eritrosit. Inkubasi yang terlalu singkat berpotensi menurunkan pembentukan kompleks antigen antibodi, sedangkan inkubasi yang terlalu lama dapat meningkatkan risiko reaksi nonspesifik. Namun, metode gel memiliki keunggulan berupa penggunaan media polimer yang memperlambat pergerakan sel darah merah sehingga reaksi aglutinasi dapat terdeteksi dengan lebih jelas meskipun waktu inkubasi relatif singkat (Saeed *et al.*, 2024).

Penelitian sebelumnya oleh Kennedy *et al.* (2023) menyatakan bahwa waktu inkubasi 15 menit memberikan sensitivitas optimal pada metode gel, terutama dalam mendeteksi antibodi dengan afinitas rendah. Berbeda dengan penelitian tersebut, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengurangan waktu inkubasi hingga 5 menit tidak memengaruhi hasil pemeriksaan. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh karakteristik subjek penelitian yang homogen, sehat, serta tidak memiliki riwayat transfusi atau kehamilan, sehingga kemungkinan terbentuknya antibodi irreguler sangat kecil.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Gonnade *et al.* (2022) dan Judd *et al.* (2004) yang menyatakan bahwa metode gel memiliki sensitivitas dan spesifisitas tinggi dalam mendeteksi incompatibilitas darah. Namun, hasil penelitian ini berbeda dengan studi yang melibatkan sampel dengan antibodi lemah, di mana pengurangan waktu inkubasi dapat menurunkan sensitivitas deteksi (Kennedy *et al.*, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas waktu inkubasi sangat dipengaruhi oleh kondisi klinis dan karakteristik imunologis subjek.

Hasil penelitian secara klinis memberikan implikasi bahwa penggunaan waktu inkubasi yang lebih singkat pada metode *crossmatch* gel dapat dipertimbangkan pada kondisi tertentu, seperti pemeriksaan pada populasi sehat atau dalam situasi darurat, tanpa mengurangi aspek keamanan. Namun demikian, penggunaan waktu inkubasi standar tetap disarankan pada pasien dengan risiko tinggi, seperti pasien dengan riwayat transfusi berulang atau kehamilan, untuk menjamin akurasi dan keselamatan transfusi darah.

Dari sisi pelayanan kesehatan, hasil penelitian ini memiliki implikasi terhadap efisiensi waktu pemeriksaan pra transfusi. Penggunaan waktu inkubasi yang lebih singkat pada metode *crossmatch* gel berpotensi mempercepat alur pelayanan transfusi darah, terutama pada kondisi kegawatdaruratan. Namun demikian, penerapan hasil ini perlu mempertimbangkan karakteristik pasien dan kebijakan internal laboratorium agar keselamatan pasien tetap menjadi prioritas utama.

Keterbatasan penelitian ini terletak pada jumlah sampel yang relatif kecil serta tidak dilibatkannya sampel dengan antibodi irreguler. Oleh karena itu, penelitian lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih besar dan melibatkan subjek dengan risiko imunologis tinggi diperlukan untuk memastikan efektivitas waktu inkubasi singkat pada pemeriksaan *crossmatch* metode gel secara lebih komprehensif.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa variasi waktu inkubasi 5, 10, dan 15 menit pada pemeriksaan *crossmatch* metode gel tidak memengaruhi hasil pemeriksaan pada populasi sehat. Temuan ini menunjukkan bahwa metode gel tetap memberikan hasil yang konsisten meskipun dilakukan dengan waktu inkubasi yang lebih singkat. Oleh karena itu, pemeriksaan *crossmatch* metode gel berpotensi diterapkan secara lebih efisien dalam kondisi tertentu tanpa mengurangi aspek keselamatan pemeriksaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Acker, J. P., Marks, D. C., & Sheffield, W. P. (2016). Quality assessment of established and emerging blood components for transfusion. *Journal of Blood Transfusion*, 2016, 1–28.
- Dinardo, C. L., Bonifácio, S. L., & Mendrone, A., Jr. (2014). Indirect antiglobulin test crossmatch using low-ionic-strength saline–albumin enhancement medium and reduced incubation time: Effectiveness in the detection of most clinically significant antibodies and impact on blood utilization. *Immunohematology*, 30(1), 1–5.
- Fadillah, A., Marliana, N., Rohayati, R., & Noviar, G. (2023). Pengaruh suhu dan lama inkubasi pemeriksaan crossmatch metode gel test pada spesimen darah pasien talasemia. *Jurnal Kesehatan Siliwangi*, 4(1), 138–146.
- Gonnade, N., Bajpayee, A., Elhence, A., Lokhande, V., Mehta, N., & Mishra, M. (2022). Compatibility testing and use of cord blood for transfusion. *Asian Journal of Transfusion Science*, 12(2), 105–111.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Laporan nasional kebutuhan dan ketersediaan darah tahun 2022–2023*. Kementerian Kesehatan RI.

- Kennedy, G., Chih, H. J., Finch, S., & Ellery, P. (2023). Does decreasing the incubation period used in the antibody screen affect its sensitivity? *Transfusion Medicine*, 33(5), 379–389.
- Mulyantari, N. K., & Yasa, I. W. (2016). *Laboratorium pra transfusi: Update*. Udayana University Press.
- Oktari, A., & Mulyati, L. (2022). Pengaruh waktu dan suhu penyimpanan sampel darah terhadap hasil pemeriksaan uji silang serasi (crossmatch). *Journal of Indonesian Medical Laboratory and Science*, 3(2), 133–145.
- Saeed, N., Akhtar, A., Fakhra, H., Muzaffar, A., Mughal, Z., & Tariq, T. M. (2025). A comparative assessment between gel card and conventional tube method for blood cross matching at blood bank of tertiary care hospital Lahore. *JAIMC: Journal of Allama Iqbal Medical College*, 22(2), 54-58.
- Situmorang, P. R., Napitupulu, D. S., Sibarani, A., & Medan, S. E. (2023). Analisis inkompatibel pada pemeriksaan uji silang serasi (crossmatch) dengan metode gel test di UTD Palang Merah Indonesia Kota Medan. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 4(3), 3169–3177.
- Sukma, L., Hadi, W. S., & Astuti, T. D. (2024). Gambaran crossmatch metode column agglutination test dengan inkubasi dan tanpa inkubasi pada pasien talasemia. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(4), 12055–12060.