

KRISTAL HEMOGLOBIN PADA BERCAK DARAH YANG TERPAPAR BEBERAPA DETERJEN BUBUK KHUSUS MESIN CUCI MENGGUNAKAN TES TEICHMANN DAN TES TAKAYAMA

Viras Vitriani
Enikarmila Asni
Mohammad Tegar Indrayana
virasvitriani@ymail.com

ABSTRACT

Bloodstains are evidence which might be found in the scene of crime cases. However, the bloodstains are not always found intact as a result of criminal's attempt to destroy the evidence by using cleaning agent for example detergent. The bloodstains which have been contaminated by detergent might give a different forensic examination result. This study has an aim to determine the formation of hemoglobin crystal on contaminated bloodstain using Teichmann test and Takayama test. In this study, there were five powder detergent solutions flowed onto bloodstained slides for each tests. The result shows that all 11 slides (100%) still have positive result which means the hemoglobin crystal still can be found in the contaminated bloodstain using Teichmann test and Takayama test. The conclusion of this study is the detergent powder for washing machine that used might not affect the formation of hemoglobin crystal using Teichmann test and Takayama test.

Kata kunci: *Bloodstain, detergent powder, hemoglobin crystals, Teichmann test, Takayama test.*

PENDAHULUAN

Darah dapat ditemukan pada tempat terjadinya kasus kriminalitas dengan tindak kekerasan. Ketika dihadapkan dengan barang bukti berupa bercak yang diduga merupakan darah pada tempat kejadian perkara (TKP), penyidik harus memastikan tiga hal yakni memastikan barang bukti berupa bercak tersebut adalah darah, memastikan darah tersebut berasal dari manusia dan memastikan darah tersebut berkaitan dengan kasus dugaan tindak pidana. Setelah darah tersebut

dipastikan berasal dari manusia, pemeriksaan dapat dilanjutkan dengan pemeriksaan genetik. Dalam menyelesaikan permasalahan-permasalahan tersebut dibutuhkan metode tertentu yang dimulai dari pemeriksaan penyaring (presumptive test), pemeriksaan konfirmasi (confirmative test) dan pemeriksaan tambahan.¹

Penelitian ini memfokuskan pada tahap pemeriksaan konfirmasi dengan menggunakan Tes Teichmann dan Tes Takayama. Kedua tes ini

mengidentifikasi kristal yang terbentuk dari hasil reaksi hemoglobin dengan reagen tes. Pada Tes Takayama atau tes hemochromogen menghasilkan kristal merah halus seperti jarum. Sedangkan pada Tes Teichmann menghasilkan kristal berbentuk belah ketupat (rhomboid) yang berwarna kuning kecoklatan.^{2,3}

Barang bukti berupa darah tidak selalu dapat ditemukan secara utuh. Sering dilakukan upaya yang disengaja oleh pelaku tindak kriminalitas untuk menghilangkan bercak darah dengan menggunakan berbagai agen pembersih, seperti pemutih yang mengandung klorin, sabun dan bahan desinfektan.⁴

Deterjen merupakan salah satu agen pembersih yang lebih efektif daripada sabun dan memiliki kemampuan pembersih yang lebih tinggi karena mengandung satu atau lebih surfaktan dan bahan tambahan lainnya seperti pelembut dan pengemulsi. Deterjen terdapat dua jenis yaitu deterjen biasa dan deterjen matik. Deterjen biasa digunakan untuk pencucian dengan tangan dan deterjen matik digunakan untuk pencucian dengan mesin cuci dengan kandungan yang rendah busa. Berdasarkan bentuknya, deterjen bubuk lebih umum digunakan.^{5,6}

Berdasarkan penelitian yang diterbitkan pada tahun 2012 di Mesir oleh Passi et al bahwa agen pembersih (sodium hypochlorite) memberikan dampak positif terhadap degradasi deoxyribonucleic acid (DNA) pada darah sehingga mempersulit untuk mendapatkan profil DNA yang lengkap

dari pemeriksaan serologi dan analisis DNA darah.⁷

Penelitian lainnya tentang identifikasi bercak darah menggunakan luminol dan leuko-crystal violet (LCV) pada kain yang sudah dicuci memberikan hasil bahwa bercak darah masih dapat diidentifikasi sehingga dapat membantu para penyidik dalam menganalisis kasus.⁸

Berdasarkan latar belakang tersebut dan belum ditemukannya penelitian mengenai efek deterjen terhadap pada bercak darah yang mungkin akan memberikan gambaran yang berbeda pada tes konfirmasi, maka peneliti merasa tertarik untuk melakukan penelitian mengenai gambaran kristal hemoglobin pada Tes Teichmann dan Tes Takayama pada bercak darah yang terpapar beberapa deterjen bubuk khusus mesin cuci.

METODE PENELITIAN

Desain penelitian ini adalah ekperimental dengan jenis pre dan post test design yang menggambarkan bentuk kristal hemoglobin pada bercak darah yang dipaparkan dengan beberapa deterjen bubuk khusus mesin cuci.

Penelitian dilakukan di ruang Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Riau. Penelitian akan dilaksanakan pada bulan November 2014 hingga Mei 2015.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

a. Alat Penelitian

Alat-alat penelitian yang akan digunakan adalah: Kaca objek (object glass) ukuran 7,5 x 2,5 cm, kaca penutup (deck glass), pipet tetes,

mikropipet p1000, gelas piala (beaker glass), gelas ukur, tabung EDTA 10 ml, mikroskop, tisu gulung, kaca arloji dan timbangan digital, pembakar bunsen, penjepit, batang pengaduk dan spatula, buret 25 ml, handscoen, dan kamera.

b. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Darah normal, reagen Teichmann (1 tetes natrium klorida 0,9% dan 1 tetes asam asetat glasial), reagen Takayama (3 ml larutan glukosa standar, 3 ml natrium hidroksida 10%, 3 ml piridin, 7 ml aquades), beberapa deterjen bubuk khusus mesin cuci, dan aquades.

Adapun prosedur yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1) Pembuatan bercak darah

Darah yang diambil merupakan darah vena sebanyak 3 ml oleh analis laboratorium dan dimasukkan ke dalam 2 buah tabung EDTA. Darah dari tabung EDTA diambil sebanyak 0,1 ml, kemudian diteteskan pada *slide glass* dan dibiarkan mengering dalam suhu ruangan (25°C) selama minimal 1 jam untuk pembuatan bercak darah. *Slide* bercak darah yang digunakan adalah sebanyak 22 *slide*, terdiri dari 10 *slide* untuk tes Teichmann dengan paparan 5 larutan deterjen bubuk, 10 *slide* untuk tes Takayama dengan paparan 5 larutan deterjen bubuk dan 2 *slide* kontrol tanpa paparan larutan deterjen bubuk.

2) Pembuatan larutan deterjen

Deterjen cair diencerkan sesuai dengan petunjuk pemakaian yang terletak dibagian belakang kemasan deterjen. Standar pemakaian sesuai petunjuk pemakaian tersebut adalah

dengan melarutkan setengah sendok takar deterjen (43,5 gram) digunakan pada 10 liter air, namun dalam penelitian ini akan disetarakan menjadi 2,175 gram deterjen bubuk untuk setiap 0,5 liter air. Setiap jenis deterjen akan dikodekan sesuai alfabet menjadi Deterjen A, B, C, D, dan E. Masing – masing deterjen bubuk tersebut akan dilarutkan dalam 5 gelas ukur berbeda, diaduk dengan menggunakan pengaduk kaca sampai larutan deterjen tersebut terlihat homogen, dan kemudian masing – masing gelas ukur diberi label sesuai kode.

3) Pemaparan bercak darah

Larutan deterjen cair tersebut akan dialirkan ke *slide* bercak darah melalui tabung buret. Tabung buret diletakkan setinggi ± 2 cm dari bagian ujung atas *slide* bercak darah. *Slide* bercak darah diatur dalam posisi 45° , kemudian bercak darah dialiri dengan larutan deterjen bubuk sebanyak 50 ml. Pengaliran dilakukan dari ujung atas *slide glass*. Masing – masing jenis deterjen cair mengalir 4 buah *slide* bercak darah. Pinggiran *slide* yang telah dialirkan kemudian dikeringkan dengan tissue.

4) Pembentukan kristal Hemin dan Hemokromogen

a. Tes Teichmann

Prosedur pemeriksaan kristal hemin menggunakan metode Teichmann.²⁰

1) Bercak darah kering ditaruh pada kaca objek

2) Tambahkan 1 tetes Akuades dan 1 tetes NaCl 0,9 %, lalu panaskan diatas bunsen \pm

65⁰ C hingga sedikit mengering

- 3) Tambahkan 1 tetes asam asetat glasial dan tutup dengan kaca penutup
- 4) Panaskan kaca objek diatas bunsen \pm 65⁰ C selama 15 detik, kemudian dinginkan.
- 5) Setelah dingin, amati bentukan kristal dibawah mikroskop dengan perbesaran 40x.

b. Tes Takayama

Prosedur pemeriksaan kristal hemokromogen menggunakan tes Takayama.²⁰

- 1) Bercak darah di taruh pada kaca objek,
- 2) Tambahkan 1 tetes reagen takayama (campuran 7 ml Akuades, 3 ml *pyridine*, 3 ml NaOH, dan 3 ml glukosa), kemudian ditutup dengan kaca penutup
- 3) Panaskan *slide* bercak darah tersebut pada suhu \pm 65⁰C selama 10-15 detik dan dibiarkan dingin
- 4) Setelah dingin, amati bentukan kristal dibawah mikroskop dengan perbesaran 40x.
- 5) Pengamatan kristal yang terbentuk

Amati gambaran bercak darah dibawah mikroskop dengan perbesaran 40x atau 100x setelah preparat dibiarkan dingin. Kemudian amati terbentuk atau tidaknya kristal hemin

dan kristal hemokromogen pada *slide* bercak darah tersebut.

Data yang diperoleh berdasarkan eksperimen diolah dan dimasukkan ke dalam bentuk tabel. Hasil pengamatan terhadap kristal hemoglobin tersebut akan diolah secara manual, kemudian didokumentasi gambaran yang terbentuk untuk kemudian dimasukkan dalam tabel frekuensi berisi hasil positif (+) dan negatif (-), serta tabel berupa gambaran hasil kristal hemoglobin yang terbentuk.

Penelitian ini telah dinyatakan lulus kaji etik oleh Unit Etik Fakultas Kedokteran Universitas Riau berdasarkan Surat Keterangan Lolos Kaji Etik nomor: 21/UN19.1.28/UEPKK/2015.

HASIL PENELITIAN

Penelitian laboratorik dengan desain penelitian deskriptif mengenai kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar beberapa deterjen bubuk khusus mesin cuci dilaksanakan mulai tanggal 30 Januari 2015 hingga tanggal 6 Februari 2015 di Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Riau. Objek bercak darah pada penelitian ini diambil dari darah vena sukarelawan yang dibiarkan mengering dalam suhu ruang laboratorium selama minimal 1 jam. Zat paparan berupa deterjen bubuk (A, B, C, D, E) disiapkan selagi menunggu tetesan darah mengering dengan cara dilarutkan ke dalam aquades sesuai dengan petunjuk penggunaan produk yang tertera pada kemasan. Peneliti menggunakan metode tes Teichmann

untuk pemeriksaan kristal hemin dan tes Takayama untuk pemeriksaan kristal hemokromogen pada pemeriksaan laboratorium forensik bercak darah yang terpapar beberapa deterjen bubuk khusus mesin cuci.

1. Hasil Tes Teichmann

Hasil pemeriksaan pada bercak darah yang terpapar beberapa deterjen bubuk khusus mesin cuci menggunakan tes Teichmann didapatkan dengan pengamatan mikroskopik perbesaran total 400x. Berdasarkan data hasil penelitian yang dikumpulkan didapatkan hasil 100% positif atau kristal hemin dapat ditemukan pada bercak darah yang terpapar deterjen bubuk khusus mesin cuci yang ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1 - Hasil pemeriksaan bercak darah yang terpapar beberapa deterjen bubuk khusus mesin cuci menggunakan tes Teichmann

Merek sabun	Hasil tes Teichmann	
	Positif (+)	Negatif (-)
A	Positif (+)	-
B	Positif (+)	-
C	Positif (+)	-
D	Positif (+)	-
E	Positif (+)	-
Jumlah	5 (100%)	0

Kristal hemin memiliki bentuk seperti belah ketupat yang memanjang dan berwarna kecoklatan yang dilihat dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran total 400x. Bentuk kristal hemin pada bercak darah yang

terpapar deterjen bubuk khusus mesin cuci tidak memiliki perbedaan bentuk dengan kristal hemin pada bercak darah tanpa pemaparan deterjen. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 - Hasil pemeriksaan kristal hemin i. Kontrol, ii. Deterjen A, iii. Deterjen B, iv. Deterjen C, v. Deterjen D, vi. Deterjen E.

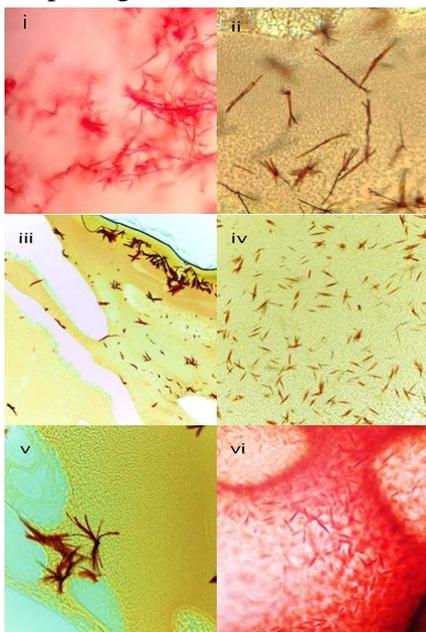
2. Hasil Tes Takayama

Hasil pemeriksaan pada bercak darah yang terpapar beberapa deterjen bubuk khusus mesin cuci menggunakan tes Takayama didapatkan dengan pengamatan mikroskopik perbesaran total 400x. Berdasarkan data hasil penelitian yang dikumpulkan didapatkan hasil 100% positif atau kristal hemokromogen dapat ditemukan pada bercak darah yang terpapar deterjen bubuk khusus mesin cuci yang ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2 - Hasil pemeriksaan bercak darah yang terpapar beberapa deterjen bubuk khusus mesin cuci menggunakan tes Takayama

Merek sabun	Hasil tes Takayama	
	Positif (+)	Negatif (-)
A	Positif (+)	-
B	Positif (+)	-
C	Positif (+)	-
D	Positif (+)	-
E	Positif (+)	-
Jumlah	5 (100%)	0

Kristal hemokromogen memiliki bentuk seperti jarum halus yang berwarna merah muda yang dilihat dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran total 400x. Bentuk kristal hemokromogen pada bercak darah yang terpapar deterjen bubuk khusus mesin cuci tidak memiliki perbedaan bentuk dengan kristal hemin pada bercak darah tanpa pemaparan deterjen. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 - Hasil pemeriksaan kristal hemokromogen i. Kontrol, ii. Deterjen A, iii. Deterjen B, iv. Deterjen C, v. Deterjen D, vi. Deterjen E.

Pada seluruh pemeriksaan didapatkan hasil positif 100% yang menunjukkan bahwa bercak darah yang telah terpapar beberapa jenis deterjen cair masih dapat membentuk kristal hemin melalui tes Teichmann dan kristal hemokromogen melalui tes Takayama.

PEMBAHASAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental di laboratorium dengan pendekatan deskriptif dengan tujuan untuk menemukan kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar deterjen bubuk khusus mesin cuci menggunakan tes Teichmann dan tes Takayama pada pemeriksaan forensik.

Heme adalah bagian dari hemoglobin yang bereaksi dengan reagen tes Teichmann dan Takayama sehingga menghasilkan kristal dengan bentuk tertentu. Heme juga memiliki ikatan kovalen-koordinasi antara atom nitrogen dengan ion Fe^{2+} . Ikatan kovalen-koordinasi yang terjadi pada heme tidak seperti ikatan kovalen-koordinasi pada umumnya yang masing-masing atom memberikan satu elektron, pada ikatan ini atom nitrogen memberikan kedua elektronnya untuk dapat berikatan dengan ion Fe^{2+} .²⁸ Ikatan kovalen koordinasi memiliki energi ikatan yang besar sehingga untuk memutuskan ikatan tersebut diperlukan energi yang besar pula.²⁹

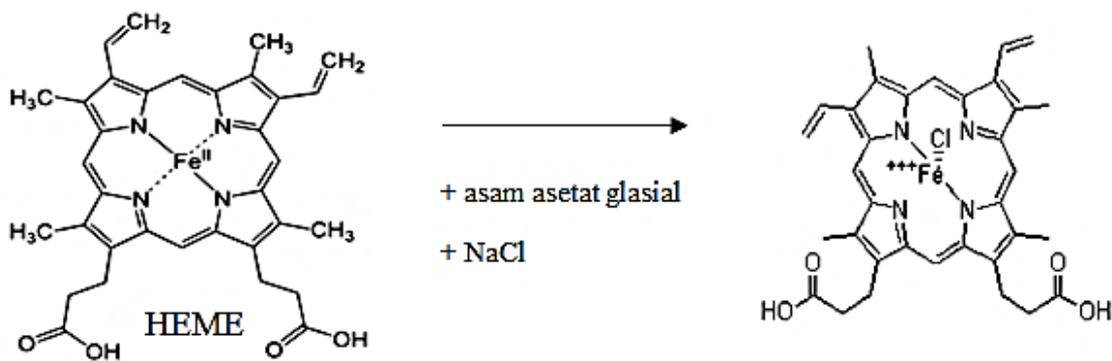
1. **Gambaran kristal hemoglobin yang terpapar beberapa deterjen bubuk khusus mesin cuci menggunakan tes Teichmann**

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, kristal hemin pada bercak darah yang terpapar oleh deterjen bubuk khusus mesin cuci masih dapat ditemukan. Kemungkinan hal ini dapat terjadi karena surfaktan tidak dapat merusak gugus heme yang merupakan dasar reaksi tes Teichmann.²⁹

Menurut penelitian yang diterbitkan pada tahun 2005 oleh Adair dan Shaw menunjukkan bahwa bercak darah pada kain yang sudah dicuci dengan menggunakan deterjen khusus mesin cuci masih dapat diidentifikasi dengan uji luminol dan uji fenolftalein.⁸ Dan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pangaribuan tahun 2015, didapatkan hasil bahwa surfaktan yang terkandung di dalam sabun cuci tidak mempengaruhi pembentukan kristal hemin pada bercak darah yang terpapar sabun krim.

Alasannya adalah surfaktan tidak bisa memutuskan ikatan kimia antara ferriprotoporphirin dengan

choride pada kristal hemin yang terbentuk pada reaksi tes Teichmann. Ikatan kimia yang terjadi saat pembentukan kristal hemin merupakan ikatan kovalen polar dengan titik lebur 3000C yang memiliki energi ikatan yang cukup besar sehingga untuk memutuskan ikatan kimia tersebut dibutuhkan energi yang besar pula. Energi ikatan tersebut berupa kalor atau panas yang dapat diberikan pada molekul atau senyawa tersebut. Semakin besar energi ikatan yang dibutuhkan untuk memutuskan ikatan kimia maka semakin tinggi juga suhu yang diberikan.²⁹ Gambar reaksi pembentukan kristal hemin dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 – Reaksi pembentukan kristal hemin¹⁹

Molekul surfaktan yang hidrofobik akan mengikat kotoran dan mengelilingi kotoran pada permukaan bahan yang dicuci sementara bagian yang hidrofilik akan menghadap keluar sehingga membentuk micelle yang mengikat kotoran di dalamnya. Selain itu surfaktan juga memiliki kemampuan untuk mempengaruhi permeabilitas membran sel darah merah yang berakibat pada lisisnya sel darah merah.²⁴ Lisisnya sel darah merah justru mempermudah terjadinya reaksi tes Teichmann membentuk kristal hemin.

Katalis juga berpengaruh dalam memudahkan terbentuknya kristal hemoglobin. Katalis yang terdapat dalam deterjen merupakan bioenzim yang berasal dari mikroorganisme. Terdapat empat jenis enzim yang sering digunakan dalam pembuatan deterjen yaitu protease, amilase, lipase dan selulase. Protease merupakan enzim yang bekerja untuk menghilangkan kotoran yang mengandung protein seperti rumput, darah, telur dan keringat yang biasanya sulit dibersihkan dari bahan pakaian. Amilase merupakan enzim yang bekerja untuk menghilangkan kotoran makanan yang mengandung karbohidrat seperti kentang, pasta dan nasi. Lipase merupakan enzim yang bekerja untuk menghilangkan noda lemak yang sulit dihilangkan. Kemudian selulase merupakan enzim yang memodifikasi serat fiber pada kain sehingga membuat pakaian menjadi lebih lembut dan mencerahkan warna kain.²⁷

Enzim pada deterjen ini juga membantu surfaktan dalam melisiskan

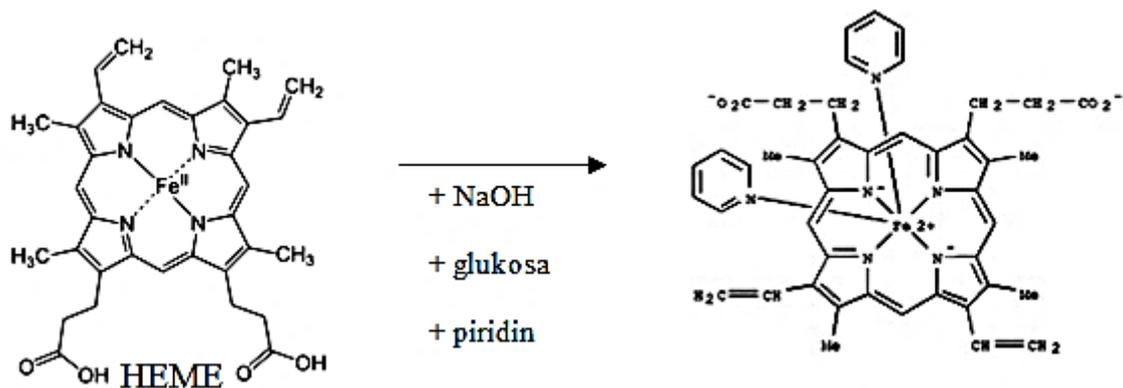
sel darah merah dengan cara merusak membran lipid oleh enzim lipase. Selain itu, enzim protease bersama pH larutan deterjen saat pencucian juga membantu untuk mendegradasi globin yang mudah larut dalam suasana asam maupun basa dan mendegradasi globin yang merupakan sepasang polipeptida menjadi beberapa asam amino. Akibatnya hemoglobin dalam darah akan keluar dan heme terpisah dari globin sehingga mempermudah terjadinya reaksi tes Teichmann.

Konsentrasi deterjen juga dapat mempengaruhi kinerja deterjen dalam menghilangkan noda. Berdasarkan penelitian pada tahun 2009 dengan judul *Optimum Concentration Of DNA Extracted From Human Peripheral Blood* bahwa semakin tinggi tingkat konsentrasi deterjen yang digunakan (konsentrasi 10%, 20%, 30%) pada penelitian ini, maka kemampuan deterjen untuk melisiskan sel darah merah untuk memperoleh DNA ekstraksi semakin meningkat, yang ditunjukkan dengan banyaknya DNA hasil ekstraksi yang dihasilkan.³⁰ Hal tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi memiliki pengaruh terhadap kemampuan deterjen untuk membersihkan noda khususnya bercak darah yang telah mengering dalam penelitian ini.

2. Gambaran kristal hemoglobin yang terpapar beberapa deterjen bubuk khusus mesin cuci menggunakan tes Takayama

Prinsip tes Takayama berdasarkan pada pembentukan kristal hemokromogen, dengan cara pemanasan bercak darah kering yang direaksikan dengan piridin dan glukosa pada suasana basa. Hasil positif ditunjukkan dengan adanya kristal berbentuk jarum berwarna merah muda.³ Gambar reaksi pembentukan kristal hemokromogen dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, gambaran kristal



Gambar 4 – Reaksi pembentukan kristal hemokromogen¹⁹

Hasil positif yang didapat memperkuat dugaan peneliti bahwa surfaktan tidak mempengaruhi ikatan kovalen koordinasi pada gugus heme maupun pada *ferriprotoporphyrin chloride* dalam tes Teichmann dan ikatan antara *ferriprotoporphyrin* dengan pyridine pada tes Takayama.

Berdasarkan penelitian Adair dan Stene (2012), ketahanan dari bercak darah dipengaruhi beberapa hal, yaitu : kualitas bercak darah asli, sifat permukaan media tempat darah melekat, usaha yang dilakukan pada bercak darah, dan cara pencucian darah.³² Oleh karena itu, selain faktor surfaktan yang dapat merusak heme

hemokromogen pada bercak darah yang terpapar deterjen bubuk khusus mesin cuci adalah positif pada semua slide bercak darah atau masih dapat ditemukan. Hal ini memperkuat alasan bahwa deterjen bubuk khusus mesin cuci tidak mempengaruhi reaksi tes Takayama dan surfaktan yang terkandung di dalam deterjen tersebut tidak merusak heme ataupun kristal Takayama.

dalam darah, ketahanan bercak darah tersebut juga dapat berpengaruh. Darah yang melekat pada *slide glass* dengan permukaan halus akan lebih mudah luruh pada saat dialirkan dengan larutan deterjen dibandingkan dengan darah yang melekat pada permukaan kain yang berserat. Faktor lain adalah cara pencucian bercak darah, konsentrasi surfaktan dan lama waktu pemaparan. Hasil penelitian belum tentu memberikan hasil yang sama apabila keempat faktor tersebut diperhitungkan. Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian lanjutan yang lebih spesifik untuk memastikan bagaimana pengaruh

surfaktan terhadap hemoglobin pada tes Teichmann dan tes Takayama.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan:

- a. Kristal hemin tetap ditemukan pada bercak darah setelah paparan dengan beberapa deterjen bubuk khusus mesin cuci menggunakan tes Teichmann.
- b. Kristal hemokromogen tetap ditemukan pada bercak darah setelah paparan dengan beberapa deterjen bubuk khusus mesin cuci menggunakan tes Takayama.

Berdasarkan hasil penelitian, maka peneliti dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Perlunya penelitian lanjutan dengan menggunakan metode pemaparan yang berbeda, lama pemaparan deterjen pada darah, media tempat menempelnya bercak darah dan konsentrasi deterjen yang berbeda.
2. Tes Teichmann dan Tes Takayama dapat digunakan sebagai pemeriksaan konfirmasi pada bercak darah yang terpapar zat pembersih yang digunakan pelaku untuk menghilangkan barang bukti setelah dilakukannya penelitian lanjutan yang lebih spesifik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak Fakultas Kedokteran Universitas Riau, dr. Enikarmila Asni, M.Biomed.,

M.Med.Ed dan dr. M. Tegar Indrayana, Sp.F. selaku pembimbing, dr. Lucyana Tampubolon, Sp.PK dan dr. Dina Fauzia, Sp. Fk selaku penguji, dan dr. Fauzia Andriani, M.Kes sebagai supervisi yang telah memberikan waktu, ilmu, nasehat dan motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi sehingga skripsi ini dapat selesai.

DAFTAR PUSTAKA

1. Becker RF, Dutelle AW. Criminal investigation. 4th ed. United States: Jones & Bartlett Learning, 2013: 92.
2. NFSTC Science Serving Justice. Blood: confirmatory test. 2005 [cited 2014 February 2]. Available from: www.nfstc.org
3. Virkler K, Lednev IG. Analysis of body fluids for forensic purpose: from laboratory testing to non-destructive rapid confirmatory identification at a crime scene. Forensic Science International. 2009; 188:1-17.
4. Harris KA, Thacker CR, Ballard D, Court S. The effect of cleaning agents on the DNA analysis of blood stains deposited on different substrates. International Congress Series. 2006; 1288:589-590.
5. Komarawidjaja W. Kontribusi limbah deterjen terhadap status kehidupan perairan di das citarum hulu. J. Tek. Ling. P3TL-BPPT 2004; 5 (3):193-197.
6. Setiawan D, Sidik M, Isnayanti F, Amin MRA, Ependi A. Industri kecil deterjen cair. Surabaya: Institut Teknologi 10

- November; 2011. Available from: www.directory.umm.ac.id/penelitian/PKMI/pdf/
7. Passi N, Garg RK, Yadav M, Singh RS, Kharosha MA. Effect of luminol and bleaching agent on the serological and DNA analysis from bloodstain. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*. 2012; 2:54-61.
 8. Adair TW, Shaw RL. Enhancement of bloodstains on washed clothing using luminol and LCV reagents. *I.A.B.P.A News*. 2005; 4-9.
 9. Schaller J, et al. *Human blood plasma proteins: structure and function*. England: John Wiley & Sons Ltd., 2008; 8.
 10. Price AS. *Patofisiologi: konsep klinis proses-proses penyakit edisi 6 Vol. 1*. Jakarta: EGC, 2012; 247.
 11. Castro DM, Coyle HM. *Review: biological evidence collection and forensic blood identification*. United States: University of New Haven, 2013; 3.
 12. Dean L. *Blood groups and red cell antigens*. United States. Bethesda MD: National Center for Biotechnology Information. 2005 [cited 2014 May 29]. Available from: www.ncbi.nlm.nih.gov
 13. Abidin SBZ. Hubungan menstruasi dengan konsentrasi hemoglobin pada mahasiswi FK USU-ACMS angkatan 2007 dan FK UKM-ACMS angkatan 2009 tahun 2010. Medan: Universitas Sumatera Utara, 2011. Skripsi. Available from: <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/21400>
 14. Marengo-Rowe AJ. Structure-function relations of human hemoglobins. *Bayl Univ Med Cent*. 2006; 19 (3):239-245.
 15. Sherwood L. *Fisiologi Manusia: dari sel ke sistem edisi 6*. Jakarta: EGC, 2012:424.
 16. Thomas C, Lumb AB. *Physiology of haemoglobin*. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain*. 2012; 12 (5):251-256.
 17. Newton, DE. *Forensic chemistry*. United States: Facts on File, Inc., 2007:47-51.
 18. James SH, Nordby JJ, Bell S. *Forensic science: an introduction to scientific and investigate techniques*. 4th Ed. United States: CRC Press, 2014:208-214.
 19. James SH. *Principle of bloodstain pattern analysis: theory and practice*. United States: CRC Press, 2005:350-364.
 20. Veeraraghavan V, Lukose S. *Forensic science laboratory: practice and procedures*. In: Gorea RK, Dogra TD, Aggarwal AD, eds. *Practical Aspects of Forensic Medicine*. India: Jaypee Brothers Medical Publisher (P) Ltd, 2010:218-222.

21. Bhaskoro KD. Perbandingan metode pada pemeriksaan penggolongan darah ABO dan rhesus. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada, 2013. Skripsi. Available from: http://etd.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian_detail&sub=PenelitianDetail&act=view&typ=html&buku_id=63160&obyek_id=4
22. Tarigan R. Study penggolongan darah A, B, AB dan O melalui analisa secara biokimiawi klinis. Medan: Universitas Sumatera Utara, 2011. Skripsi. Available from: <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/24139>
23. Luftig MA, Richey S. DNA and forensic science. *New England Law Review*. 2001;35 (3):609-613.
24. ACCORD hygiene cosmetic & specialty product industry. Laundry detergent ingredients information sheet. 2009. Available from: www.accord.asn.au/public_information__submission/
25. Yangxin Y, Jin Z, Bayly AE. Development of surfactants and builders in detergents formulations. *Chin. J. Chem. Eng*. 2008; 16 (4):517-527.
26. Utami ZM. Perancangan informasi lingkungan pada kemasan deterjen dengan metode taguchi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2010. Skripsi. Available from: <http://digilib.its.ac.id/perancangan-informasi-lingkungan-pada-kemasan-deterjen-dengan-metode-taguchi-12640.html>
27. Hasan F, Shah AA, Javed S, Hameed A. Enzymes used in detergents: lipases. *Afr. J. Biotechnol*. 2010; 9 (31):4836-4844. Available from: http://www.academicjournals.org/article/article1380713950_Hasan%20et%20al.pdf
28. Casiday R, Frey R. Hemoglobin and heme group: metal complexes in the blood for oxygen transport. United States: Washington University, 2007. Available from: <http://www.chemistry.wustl.edu/~edudev/LabTutorials/Hemoglobin/MetalComplexinBlood.html>
29. Pangaribuan WN. Kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar beberapa sabun krim menggunakan tes Teichmann dan tes Takayama [skripsi]. Pekanbaru: Universitas Riau. 2015.
30. Al-ani SFI, Al-Khafaji AAB, Ali OA. Optimum concentration of DNA extracted from human peripheral blood. *Anb. Med. J* 2009; 7 (1):34-38. Available from: <http://www.iasj.net/iasj?func=fulltext&aId=58353>
31. Stene I, Adair T. The survival of neat and cleaned blood after the application of wallpaper. *J Assoc Crime Scene Reconstr*. 2012; 18 (3):21-28. Available from: <http://www.acsr.org/>