

KRISTAL HEMOGLOBIN PADA BERCAK DARAH YANG TERPAPAR BEBERAPA SABUN MANDI PADAT NON ANTISEPTIK DENGAN TES TEICHMANN DAN TES TAKAYAMA

Fika Maulidah
Enikarmila Asni
Mohammad Tegar Indrayana
fika_maulidah94@yahoo.com

ABSTRACT

Bloodstains found on crime scene usually cleaned and camouflaged by the criminals as an attempt to eliminate the evidence. One of the way to eliminate the evidence is by using non antiseptic bar soap that can be found easily on the market. The contamination of non antiseptic bar soap on the bloodstains could probably influence the result of bloodstain's identification by Teichmann test and Takayama test. This study was conducted to describe the crystal formation of hemoglobin at bloodstains that exposed with some brand of non antiseptic bar soap by Teichmann test and Takayama test. Each of bloodstain's sample were exposed by flowing the non antiseptic bar soap that has been smoothed and dissolved in water. There were 66 samples that observed and found positive results on all samples (100%) through Teichmann test and Takayama test. These results showed that hemoglobin crystals still could be found even after the bloodstains were exposed by non antiseptic bar soap. The conclusion of this research is non antiseptic bar soaps do not influence the formation of hemoglobin crystals.

Keyword : *hemoglobin crystals, bloodstain, Teichmann test , Takayama test, non antiseptic bar soap*

PENDAHULUAN

Sebagian besar kasus kriminal dilakukan dengan kekerasan fisik berupa penganiayaan, pemerkosaan, dan pembunuhan. Pada kasus kriminal tersebut di tempat kejadian perkara (TKP) ataupun di tubuh korban dapat ditemukan bahan-bahan biologi seperti darah, rambut, cairan saliva, cairan semen, urin dan jaringan tubuh lainnya yang bisa berasal dari korban itu sendiri maupun tersangka. Bahan-bahan biologi tersebut dapat dijadikan sebagai barang bukti yang mengarahkan pada pelaku yang sebenarnya.¹

Darah merupakan bahan biologi yang paling sering dijadikan barang bukti dalam sebagian besar kasus tindak kekerasan dan kematian dalam investigasi forensik, maka dari itu pemeriksaan bercak darah sangat penting dalam mengungkap tindakan kriminal.^{2,3} Tujuan utama pemeriksaan darah forensik adalah untuk membantu identifikasi pemilik darah tersebut dengan membandingkan bercak darah yang ditemukan di TKP pada obyek-obyek tertentu (lantai, meja, kursi, karpet, senjata dan sebagainya), manusia dan pakaiannya dengan darah

korban atau darah tersangka pelaku kejahatan.¹

Pada dasarnya pemeriksaan bercak darah di laboratorium forensik terdiri dari tes visualisasi, tes skrining *presumptive*, tes konfirmasi dan tes spesifik dengan tes presipitin dan pemeriksaan DNA *profiling*.^{4,5} Tes *presumptive* memiliki tingkat spesifisitas yang rendah dalam pemeriksaan darah atau bercak darah. Selanjutnya dilakukan tes konfirmasi, yang paling umum digunakan adalah pemeriksaan kristal hemoglobin dengan tes Teichmann dan tes Takayama.⁶

Pada tes Teichmann, darah atau bercak yang diduga darah tersebut akan diberikan asam asetat glasial lalu dipanaskan. Jika darah atau bercak yang diduga darah tadi membentuk kristal-kristal hematin (*hemin*) maka hasil tersebut dapat mengkonfirmasi bahwa bercak tersebut adalah darah. Kristal *hemin* sendiri sebenarnya terbentuk dari hasil katabolisme *heme* yang terkandung pada hemoglobin dalam darah.⁷ Sedangkan pada tes Takayama memanfaatkan hasil reaksi dari glukosa dengan gugus *pyridine* pada *heme* yang akan menghasilkan *pyridine ferriprotoporphyrin*.⁸ Kedua tes ini cukup spesifik untuk identifikasi darah dan dapat dilakukan dengan jumlah darah yang sedikit ataupun darah yang mengering.⁸

Tindak kriminalitas semakin meningkat, begitu pula upaya pelaku untuk terhindar dari jeratan hukum. Terkadang pelaku tindak kejahatan berusaha menghilangkan noda darah pada TKP, pakaian korban, pakaian pelaku dan lain lain. Beberapa diantaranya mencoba menghilangkan jejak darah dengan zat-zat pembersih

domestik yang dapat dengan mudah ditemukan seperti, sabun mandi padat non antiseptik yang dengan mudah dapat ditemukan dan harga yang murah.⁹

Creamer menemukan bahwa darah maupun bercak darah yang telah terpapar dengan zat pemutih (*bleach*) masih dapat dideteksi dengan tes *presumptive* luminol zat tersebut merupakan darah meskipun intensitasnya berkurang.¹⁰ Penelitian lain belum ditemukan pembahasan mengenai gambaran kristal hemoglobin dengan tes Teichmann dan tes Takayama pada bercak darah yang terpapar oleh sabun mandi padat non antiseptik. Berdasarkan fakta-fakta tersebut peneliti tertarik untuk meneliti gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar oleh sabun mandi padat non antiseptik.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental laboratorium dengan pendekatan *cross sectional* untuk melihat gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar sabun mandi padat non antiseptik.

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 2 Februari – 14 Februari 2015 di Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Riau. Sampel pada penelitian ini adalah slide bercak darah dan 16 merk sabun mandi padat non antiseptik. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

a. Alat Penelitian

Alat - alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : *object glass*, mikropipet, lampu spiritus, tisu, gelas ukur, tabung reaksi, batang

pengaduk, *holder* kayu, timbangan mikro, tabung EDTA, buret dan penggaris.

b. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : darah sebanyak 10 ml, reagen Teichman mengandung potassium klorida , potassium iodin dan asam asetat glasial, reagen Takayama mengandung larutan glukosa standar 100g/100 ml sebanyak 3 ml, sodium hidroksida 10% sebanyak 3 ml, *pyridine* sebanyak 3 ml serta air yang telah terdistilasi sebanyak 7 ml, aquades sebanyak 3200 ml, dan 16 merk sabun mandi padat non antiseptik yang diberi label (a-p).

Adapun prosedur yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Persiapan slide bercak darah

Darah diambil sebanyak 10 ml dari pungsi vena peneliti yang diambil oleh analis Bagian Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Riau yang kemudian di letakkan pada tabung EDTA. Tabung yang berisi 10 ml darah tadi diletakkan pada rak. *Object glass* disiapkan sebanyak enam puluh enam (66) buah. Satu buah slide tes Teichmann tanpa paparan sabun sebagai kontrol dan satu buah slide tes Takayama tanpa paparan sabun sebagai kontrol.

Sisa slide dibagi dua, tigapuluh dua (32) buah slide untuk tes Teichmann yang akan dipaparkan dengan enambelas (16) merk sabun mandi padat non antiseptik dan tigapuluh dua (32) buah slide untuk tes Takayama yang juga akan dipaparkan dengan 16 merk sabun mandi padat non antiseptik. Ke-enambelas *object glass* dikalikan dua karena penelitian ini akan

dilakukan secara *duplo* untuk memperoleh hasil akurat dan menyingkirkan kemungkinan terjadinya kesalahan dalam prosedur pelaksanaan.

Darah ditetes pada slide sebanyak 0,1 ml dengan pipet mikro pada ketinggian 2 cm. Slide yang telah ditetesi darah didiamkan selama minimal 60 menit.

2. Persiapan sabun (a-p) paparan

Masing-masing sabun dari ke-enambelas merk sabun mandi padat non antiseptik diberi label a sampai dengan p, sabun dikikis sebanyak 2 gram. Kemudian setiap 1 gram sabun mandi padat aquadest dengan dua tahapan,yaitu :

1).Sebanyak 2 gram kikisan sabun dicampur dengan aquadest sebanyak 50 ml $\left\{ \frac{2}{50} \frac{\text{gram}}{\text{ml}} \right\}$ kemudian dengan dihomogenkan dengan menggunakan batang pengaduk dengan putaran searah jarum jam selama 60 detik.

2).Hasil campuran (1) dihomogenkan lagi dengan aquadest sebanyak 150 ml pada tabung ukur dan dihomogenkan kembali dengan cara yang sama lalu saring menggunakan kertas saring.

Hasil campuran tadi dialirkan pada slide yang telah disiapkan dengan menggunakan buret ukuran 25 ml dengan sudut kemiringan slide 45 ° dan jarak antara buret dan slide adalah 2 cm.

3. Pelaksanaan Tes Teichmann dan Tes Takayama.

a. Metode Teichmann

Prosedur pemeriksaan kristal hemin mengacu pada metode Teichmann.⁵

- 1) Bercak darah kering ditaruh pada kaca objek
- 2) Tambahkan 1 tetes Aquades dan 1 tetes NaCl 0,9 %, lalu panaskan diatas bunsen +

65⁰ C hingga sedikit mengering

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

b. Metode Takayama

Prosedur pemeriksaan kristal hemokromogen mengacu pada metode Takayama.⁵

- 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 +65⁰C selama 10-15 detik dan dibirakan dingin
- 4) Setelah dingin, amati bentukan kristal dibawah mikroskop dengan perbesaran 40x.

Analisis data pada penelitian ini berupa analisis deskriptif yang menggambarkan hasil tes Teichmann dan tes Takayama dari bercak darah yang dipaparkan dengan enambelas merk sabun mandi padat non antiseptik yang diberi label (a-p). Data berupa gambar hasil penglihatan dari mikroskop dan tabel.

Penelitian ini telah dinyatakan lulus kaji etik oleh Unit Etik Fakultas Kedokteran Universitas Riau berdasarkan Surat Keterangan Lolos Kaji Etik nomor: 20/UN19.1.28/UEPKK/2015.

HASIL PENELITIAN

Penelitian eksperimental di laboratorium mengenai kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar beberapa sabun mandi padat non antiseptik telah selesai dilakukan selama 10 hari dimulai pada tanggal 2 Februari 2015 sampai dengan tanggal 14 Februari 2015 di Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Riau. Hasil dari pemeriksaan kristal hemoglobin pada bercak darah yang dipaparkan dengan 16 merk sabun mandi padat non antiseptik yang diberi label A sampai dengan P berupa gambar tampilan mikroskopis dengan perbesaran lensa okuler sebesar 40x10, dan sebagai acuan standar dibandingkan dengan preparat standar tes Teichmann dan tes Takayama pada bercak darah tanpa dilakukan pemaparan sabun. Setiap preparat dilakukan secara *duplo* sehingga terdapat 64 slide dan hasil dari pemeriksaan kristal hemoglobin dikonfirmasi ulang oleh ahli Biokimia dan Forensik.

Peneliti menggunakan tes Teichmann untuk pemeriksaan kristal hemin pada bercak darah dan metode tes Takayama untuk pemeriksaan kristal hemokromogen pada bercak darah. Hasil pemeriksaan dengan metode Teichmann dapat dilihat pada tabel 1. Hasil pemeriksaan dengan metode Takayama dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1 :Hasil pemeriksaan kristal hemoglobin pada bercak darah dengan metode Teichmann

Merk Sabun	Hasil tes Teichmann	
	Positif (+)	Negatif (-)
A	Positif (+)	-
B	Positif (+)	-
C	Positif (+)	-
D	Positif (+)	-
E	Positif (+)	-
F	Positif (+)	-
G	Positif (+)	-
H	Positif (+)	-
I	Positif (+)	-
J	Positif (+)	-
K	Positif (+)	-
L	Positif (+)	-
M	Positif (+)	-
N	Positif (+)	-
O	Positif (+)	-
P	Positif (+)	-
	16	
JUMLAH	(100%)	0 (0%)

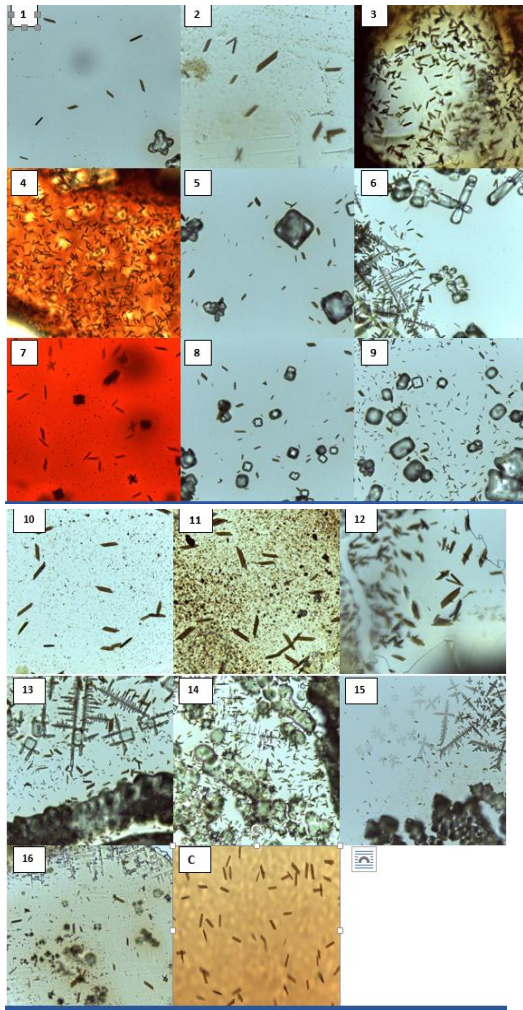
Berdasarkan Tabel 1 didapatkan bahwa hasil pemeriksaan kristal hemoglobin menggunakan metode Teichmann tetap positif (+) setelah pemaparan sabun. Hasil positif (+) artinya ditemukan kristal hemin berbentuk belah ketupat dan berwarna coklat, hasil negatif (-) dari pemeriksaan Teichmann tidak ditemukannya kristal berbentuk belah ketupat dan berwarna coklat yang dilihat dengan mikroskop pada pembesaran 40x10. Gambar asil penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 untuk tes Teicmann dan Gambar 2 untuk tes Takayama.

Tabel 2 :Hasil pemeriksaan kristal hemoglobin pada bercak darah dengan metode Takayama

Merk Sabun	Hasil tes Takayama	
	Positif (+)	Negatif (-)
A	Positif (+)	-
B	Positif (+)	-
C	Positif (+)	-
D	Positif (+)	-
E	Positif (+)	-
F	Positif (+)	-
G	Positif (+)	-
H	Positif (+)	-
I	Positif (+)	-
J	Positif (+)	-
K	Positif (+)	-
L	Positif (+)	-
M	Positif (+)	-
N	Positif (+)	-
O	Positif (+)	-
P	Positif (+)	-
	16	
JUMLAH	(100%)	0 (0%)

Berdasarkan tabel 2 didapatkan bahwa hasil pemeriksaan kristal hemoglobin menggunakan metode Takayama tetap positif (+) setelah pemaparan dengan sabun. Hasil positif (+) artinya ditemukan kristal hemokromogen berbentuk jarum dan berwarna merah muda, hasil negatif (-) dari pemeriksaan Takayama tidak ditemukannya kristal berbentuk jarum dan berwarna merah muda yang dilihat dengan mikroskop pada pembesaran 40x10.

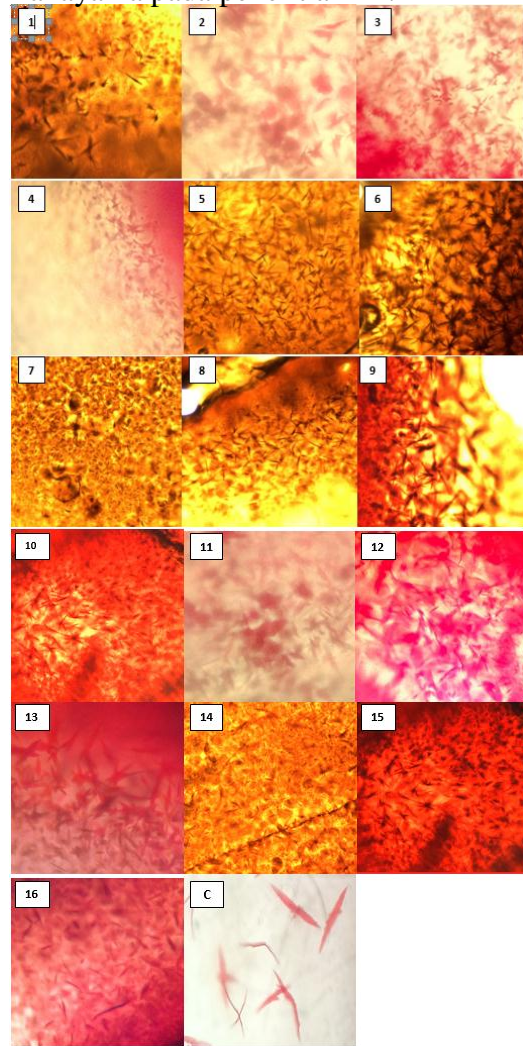
Berikut merupakan gambar hasil tes Teichmann pada penelitian ini.



Gambar 1. Hasil penelitian dengan metode pemeriksaan tes Teichmann.

- (1) dipaparkan dengan sabun A
- (5) dipaparkan dengan sabun E
- (2) dipaparkan dengan sabun B
- (6) dipaparkan dengan sabun F
- (3) dipaparkan dengan sabun C
- (7) dipaparkan dengan sabun G
- (4) dipaparkan dengan sabun D
- (8) dipaparkan dengan sabun H
- (9) dipaparkan dengan sabun I
- (10) dipaparkan dengan sabun J
- (14) dipaparkan dengan sabun N
- (11) dipaparkan dengan sabun K
- (15) dipaparkan dengan sabun O
- (12) dipaparkan dengan sabun L
- (16) dipaparkan dengan sabun P
- (13) dipaparkan dengan sabun M
- (0) C : kontrol, tanpa paparan

Berikut merupakan gambar hasil tes Takayama pada penelitian ini.



Gambar 2. Hasil penelitian dengan metode pemeriksaan tes Takayama.

- (1) dipaparkan dengan sabun A
- (5) dipaparkan dengan sabun E
- (2) dipaparkan dengan sabun B
- (6) dipaparkan dengan sabun F
- (3) dipaparkan dengan sabun C
- (7) dipaparkan dengan sabun G
- (4) dipaparkan dengan sabun D
- (8) dipaparkan dengan sabun H
- (9) dipaparkan dengan sabun I
- (10) dipaparkan dengan sabun J
- (14) dipaparkan dengan sabun N
- (11) dipaparkan dengan sabun K
- (15) dipaparkan dengan sabun O
- (12) dipaparkan dengan sabun L
- (16) dipaparkan dengan sabun P
- (13) dipaparkan dengan sabun M
- (0) C : kontrol, tanpa paparan

PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan ini merupakan penelitian eksperimental di laboratorium dengan pendekatan deskriptif yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran pembentukan kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar beberapa sabun mandi padat non antiseptik dengan tes Teichmann dan tes Takayama.

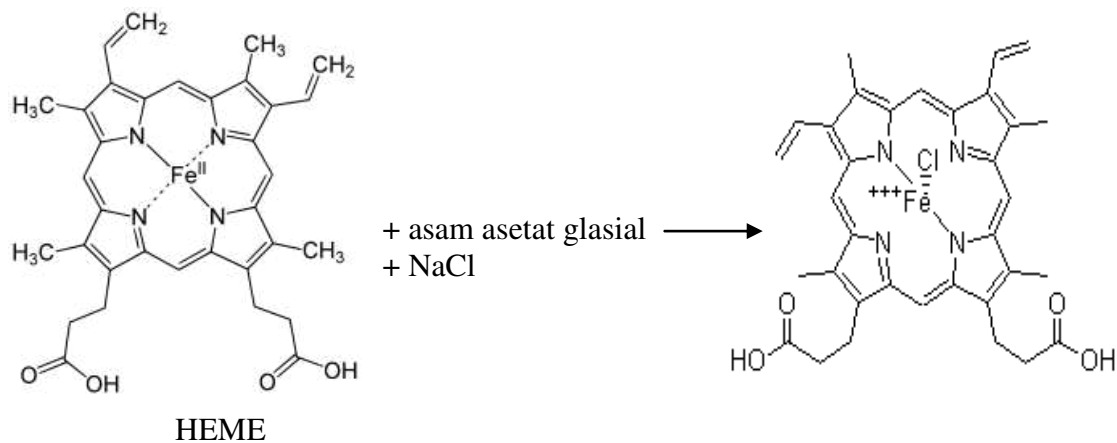
Heme merupakan komponen utama yang bereaksi dengan reagen tes konfirmasi memiliki ikatan kovalen koordinasi. Ikatan kovalen adalah ikatan kimia yang kuat, atomnya tidak dapat dipisahkan tanpa dengan reaksi kimia.²³ Kemungkinan hasil negatif dari pemeriksaan tes Teichmann maupun Takayama pada penelitian ini akan muncul jika struktur heme rusak atau ada zat yang menghambat terjadinya reaksi pembentukan kristal hemoglobin. Kemungkinan beberapa faktor yang dapat menghambat pembentukan kristal hemoglobin diantaranya yaitu suhu, pH zat paparan dan enzim yang terkandung dalam zat paparan. Penelitian ini belum pernah dilakukan oleh pihak lain sehingga hasil penelitian ini belum dapat dibandingkan dengan penelitian lain.

1. Gambaran pembentukan kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar beberapa sabun mandi padat non antiseptik dengan tes Teichmann

Surfaktan yang ada pada sabun berfungsi mengemulsi kotoran-kotoran berupa minyak ataupun zat kontaminan lainnya. Hal ini dikarenakan struktur surfaktan yang memiliki struktur bipolar. Pada bagian kepala bersifat hidrofilik dan bagian ekor bersifat

hidrofobik.²⁰ Surfaktan memiliki pengaruh terhadap lipid dan protein, sehingga memiliki sifat yang dapat mempengaruhi permeabilitas membran sel eritrosit dan mengakibatkan eritrosit mengalami lisis.²⁴⁻²⁸ Peningkatan suhu juga akan mempengaruhi efek hemolisis pada eritrosit.²⁴

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, semua bercak darah yang terpapar beberapa sabun mandi padat non antiseptik akan tetap membentuk kristal hemin pada tes Teichmann. Kemungkinan hal ini dapat terjadi dikarenakan sifat surfaktan yang berada pada sabun mandi padat non antiseptik ini yang hanya merusak lapisan membran dari eritrosit bukan merusak struktur dari heme nya, bahkan sejatinya kerusakan membran oleh karena paparan sabun memudahkan heme untuk bereaksi dengan reagen tes Teichmann. Reaksi pembentukan kristal hemin dapat dilihat pada Gambar 3.



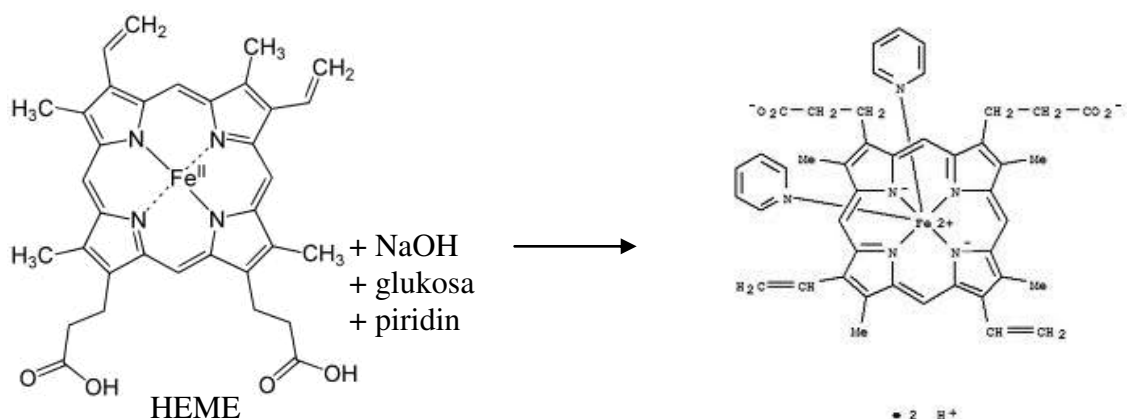
Gambar 3. Reaksi pembentukan kristal hemoglobin Teichmann. Gugus *heme* yang normal (kiri) akan berikatan dengan atom Cl dan mengakibatkan teroksidasinya Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} apabila direaksikan dengan asam asetat glasial dan NaCl dan membentuk kristal *ferriprotoporphyryn chloride* (kanan).^{29,30}

2. Gambaran pembentukan kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar beberapa sabun mandi padat non antiseptik dengan tes Takayama

Pada penelitian ini juga ditemukan hasil 100% positif pada bercak darah yang terpapar beberapa sabun mandi padat non antiseptik. Perlakuan, jumlah dan jenis sabun pemapar yang diberikan juga serupa dengan penelitian dengan tes Teichmann. Perbedaannya hanya terletak pada reagen yang diberikan yaitu berupa *pyridine*. Bentuk dari kristal yang ada juga masih berupa jarum-jarum halus berwarna merah muda. Perbedaan warna kristal antara di mikroskop dengan hasil foto kemungkinan dikarenakan efek cahaya yang ada maupun waktu yang digunakan saat melakukan pemotretan slide sehingga hasil foto menunjukkan warna kristal menjadi lebih gelap.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya ditemukannya hasil positif 100% pada penelitian ini dikarenakan

sifat dari surfaktan yang ada pada sabun membuat eritrosit menjadi lisis sehingga hemoglobin yang terkandung di dalamnya tersebar ke lingkungan sekitar dan memudahkan untuk bereaksi dengan reagen Takayama. Reaksi pembentukan kristal Takayama dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Reaksi pembentukan kristal hemoglobin Takayama. Gugus *heme* yang normal (kiri) akan berikatan dengan gugus pyridin dan membentuk kristal *pyridiniferroprotophyrin* (kanan).^{29,31}

Dilihat dari reaksi kimia yang terjadi, paparan zat pada sabun mandi padat non antiseptik terhadap bercak darah tidak mampu merusak struktur kimia hemoglobin ataupun menghambat reaksi yang terjadi dengan reagen tes Teichmann dan tes Takayama.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, diantaranya yaitu kesulitan melarutkan sabun mandi padat non antiseptik tanpa memengaruhi kadar berat maupun zat yang ada di dalamnya. Hasil penelitian ini juga dipengaruhi oleh konsentrasi sabun (surfaktan) dan lama waktu paparan, sehingga hasil penelitian ini belum tentu memberikan hasil yang sama pada bercak darah yang dipaparkan dengan larutan sabun mandi padat non antiseptik dengan konsentrasi yang berbeda, sehingga untuk memastikannya diperlukan penelitian lebih lanjut. Selain itu perlu juga dipertimbangkan faktor *human error* dalam penelitian ini, meskipun peneliti sudah berupaya mengurangi faktor ini dengan melakukan penelitian mengikuti semua prosedur yang telah ditetapkan.

Pembahasan pada hasil penelitian ini masih berupa dugaan peneliti berdasarkan teori yang ada, untuk memastikannya perlu penelitian lebih mendalam dan spesifik bagaimana pengaruh surfaktan terhadap hemoglobin dan kristal hemoglobin pada tes Teichmann dan Takayama.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian ini didapatkan kesimpulan :

1. Hasil pemeriksaan kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar beberapa sabun mandi padat non antiseptik dengan metode tes Teichmann tetap memberikan gambaran kristal hemin.
2. Hasil pemeriksaan kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar beberapa sabun mandi padat non antiseptik dengan metode tes Takayama tetap memberikan gambaran kristal hemokromogen.

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

1. Dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan jenis media yang berbeda, peningkatan volume larutan sabun yang dipaparkan agar memberikan hasil yang lebih bermakna.
2. Dapat dilakukan pemeriksaan lebih lanjut dari morfologi kristal hemin dan kristal hemokromogen yang telah dipaparkan dengan zat yang terkandung dalam sabun mandi padat non antiseptik tersebut.
3. Setelah dilakukan penelitian lanjutan, kedua tes ini dapat digunakan sebagai tes konfirmasi laboratorium forensik pada bercak darah yang sudah terkontaminasi oleh berbagai zat pembersih sebagai cara pelaku untuk menghapus bukti kejahatannya.

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. dr. Dedi Afandi, Sp.F, DFM dan dr. Fridayenti, Sp.PK selaku penguji, dan dr. Suri Dwi Lesmana 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. Guharaj PV, Chandran MR. Blood, semen and other biological materials.in: forensic medicine., Himayatnagar, India: Hyderabad; 2003;p.262-88.
2. James SH, Eckert WG. Interpretation of bloodstain evidence at crime scene. Florida: CRC press; 1998:p.1-5.
3. Baharuddin H. Fungsi visum et repertum pada penyelidikan dalam mengungkap tindak pidana pemerkosaan. Makassar, Sulawesi Selatan: Universitas Hasanuddin; 2013.h.35-44.
4. Freckelton I, Barrister, Owen DC. DNA profiling: forensic science under the microscope. In: DNA and criminal justice. Newyork; 005. Available from : www.aic.gov.au/media_library/publications/proceedings/02/freckelton.pdf. –[cited 2014 Nov].
5. Kaye HD. The Science of DNA identification: from the laboratory to the courtroom (and beyond).USA: MINN.JL.SCI.&TECH. 2007.[vol.8;2]p;409-7.
6. Morgan SL, Myrick ML. Rapid visualization of biological fluids at crime scenes using optical spectroscopy. National Institute of Justice Award;2007.p.5-8.
7. Murray RK. Porfirin dan pigmen empedu Dalam: Biokimia Harper. Ed. 27. Jakarta: EGC; 2009;hal. 296-7.
8. James SH, Kish PE, Sutton TP. Principles of bloodstains pattern

- analysis: theory and practice. Newyork: Taylor & Francis Group;2005.p.43,349-370.
9. Sopian. Hubungan antara atribut produk dengan loyalitas pelanggan: survey dengan sabun mandi batang lifebuoy di kelurahan Burangrang kota Bandung [skripsi]. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia; 2008.
 10. Creamer JI, Quickenden TI, Crichton LB, Robertson P, Ruhayel RA. Attempted cleaning of bloodstains and its effect on the forensic luminol test. Newyork: Willey InterScience;2005.
 11. Kamus Kedokteran Dorland, 31th Ed. Jakarta:EGC;2010.h.265.
 12. Sherwood L. Buku ajar fisiologi manusia. Ed 6. Jakarta: EGC; 2012. h.421-5.
 13. Ganong WF. Buku ajar fisiologi kedokteran. Ed 22. Jakarta: EGC; 2008. h.533-61
 14. Jeremy PT, Clarke RW, Linden RW. At Glance Fisiologi. Jakarta: Erlangga; 2009.h.26-29.
 15. Guyton AC, Hall JE. Buku ajar fisiologi kedokteran. Ed: 11. Jakarta: EGC; 2006. h.439-88.
 16. Thalassemia.com [homepage on the Internet]. California: Northern California Comprehensive Thalassemia Center; c2003-2012 Available from: <http://thalassemia.com/what-is-thal-alpha.aspx#gsc.tab=0> – [cited 2014 Nov 04].
 17. Confirmatory Test [database on the Internet]. President's DNA Initiative Training program and assessment. NFSTC Science Serving Justice ;c2005-2007 Available from: http://www.nfstc.org/pdi/Subject02/pdi_s02_m02_02_b.htm – [cited 2014 Sep]
 18. Castro DM, Coyle HM. Review : Biological evidence collection and forensic blood identification. University of Heaven;2011.p.11-2.
 19. Idries AM. Pedoman ilmu forensik. Tangerang: Binarupa Aksara Publisher.1997.h.303-308.
 20. John T, Darrell K, Van Cleef-Toed K. Chemical composition of everyday products.USA: Greenwood publishing group;2005.
 21. Cahya TR. Teknologi obat dan kosmetik sabun mandi padat. Universitas Indonesia.2014. [cited: Nov 2014]. Diunduh dari : http://www.academia.edu/7582296/Sabun_Mandi_Cahya_Tri_Rama_1106070905_revisi
 22. Chemical works : soap and detergent manufacturig work [database on the internet].UK: Department of enviromental. [cited: Des 2014]. Available from : http://www.gov.uk/goverment/uploads/system/uploads/attachment_data/file/290818/sch0195bjkl-e-e.pdf.
 23. Sumardjo D. Pengantar kimia buku panduan kuliah mahasiswa kedokteran. Jakarta: EGC;2009.al.176-7.

24. El-sadek BM. Synthesis, micellization, and hemolysis evaluation of biodegradable quaternary ammonium compound. *Adv. Appl. Sci. Res.* 2011; 2 (3): 363-372. Available at www.pelagiaresearchlibrary.com. [Cited on January 2015]
25. Venkatesh B, et al. Surfactant-induced stabilization of four-coordinated heme in reconstitution hemoglobins. *Proc. Indian Acad. Sci. (Chem, Sci)*. 1999. August; Volume 111 (4): 547-554.
26. Chandler ME, Bateman J, Wood TG. Evaluation of the effect of surfactants on the blood-cleansing ability of sodium chloride solutions. *J. Cosmet. Sci.* 1998. March; 49: 101-113.
27. Pata V, Ahmed F, Discher DE, Dan N. Membrane solubilization by detergent: Resistance conferred by thickness. *Langmuir*. 2004; volume 20(10): 3888-93.
28. Maire ML, Champeil P, MØller JV. Interaction of membrane proteins and lipids with solubilizing detergent. *Biochimica et biophysica acta*. 2000; 1508: 86-111.
29. Anonim. Struktur gugus *heme.jpg*. Diunduh dari: <http://kesehatan.kompasiana.com> [diakses Januari 2015].
30. Anonim. 16009-13-5 Chloroprotoferrihem. Diunduh dari: <http://www.chem.net.org>. [Diakses Januari 2015].
31. Anonim. Struktur *pyridineferriprotoporphyrin.jpg*. Diunduh dari: <http://www.guidechem.com>. [Diakses Januari 2015].
32. Patel N. EDTA in: Tech talk bulletin. [vol. 7] 1 Januari 2009. Franklin Lakes: BD Diagnostics. Available from : www.bd.com/vacutainer/pdfs/techtalk_jan2009_vs8014.pdf
33. Das P. Comparative studies of haemin crystals of mammals-structural and statistical analysis. *IJRSRP*.2012;p1-6.
34. Gaensslen RE. Sourcebook in forensic serology, immunology, and Biochemistry. -[cited: 2014 Des]. Available from : https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/pr/160880_unit_2.pdf.