

Kristal Hemoglobin pada Bercak Darah yang Terpapar Beberapa Sabun Cuci Piring Cair Menggunakan Tes Teichmann dan Tes Takayama

Rica Dhamayanti

Enikarmila Asni

M. Tegar Indrayana

Rica_dhamayanti@yahoo.com

ABSTRACT

Crime scene may leave various items of evidence, one of them bloodstain. Bloodstain might provide valuable information that indicates a lot form of violence that can be used as a solution in a criminal case. Criminals often camouflage the traces or evidence by cleaning the bloodstains using cleaning agents to cover up the crime. One of the cleaning agents that may be used by criminal is liquid dish soap. Bloodstains that contaminated by liquid dish soap may affect the results of the examination using Teichmann and Takayama tests. The purpose of this study is to describe the hemoglobin crystal in bloodstains that contaminated by liquid dish soap using Teichmann and Takayama test. In this study, there were five liquid dish soap solutions swabbed onto bloodstained slides for each tests. The results show that all 22 slides (100 %) still have positive result which means the hemoglobin crystal still could be found in the contaminated bloodstain using Teichmann and Takayama test. The conclusion of this study is liquid dish soap that used might not affect the formation of hemoglobin crystal using Teichmann and Takayama test .

Keywords: *Bloodstain, hemoglobin crystals, liquid dish soap, Teichmann and Takayama.*

1. PENDAHULUAN

Tindakan kriminal seperti tindakan kekerasan, pemerkosaan, bunuh diri, perampokan dan pembunuhan dapat meninggalkan barang bukti atau jejak di tempat kejadian perkara (TKP). Salah satu barang bukti fisik yang lazim ditemukan di TKP adalah darah, karena darah mudah menetes pada permukaan. Darah yang menetes tersebut secara perlahan akan mengering dan mengalami perubahan warna sehingga membentuk bercak darah. Pemeriksaan bercak darah menghilangkan bercak darah adalah dengan cara membersihkan bercak

merupakan salah satu pemeriksaan barang bukti yang dilakukan di laboratorium forensik, sebab darah bermanfaat sebagai sumber informasi tentang identitas korban, keterkaitan korban dengan pelaku serta untuk mengetahui jenis tindakan kriminal yang terjadi.¹

Barang bukti berupa bercak darah dapat digunakan sebagai bukti pendukung untuk pemecahan kasus tindakan kriminal. Hal ini merupakan suatu alasan bagi pelaku tindak kriminal untuk mencoba menghilangkan barang bukti. Salah satu bentuk usaha pelaku untuk darah yang terdapat pada objek-objek tempat atau benda seperti pisau, palu

tongkat pemukul dan senjata lainnya yang digunakan sebagai alat untuk melakukan tindak kriminal dengan menggunakan cairan pembersih atau sabun.^{2,3}

Usaha penghapusan barang bukti oleh pelaku berupa bercak darah yang menempel pada benda tersebut dapat menggunakan sabun cuci piring cair, sebab sabun ini murah dan mudah ditemukan serta lebih praktis. Sabun cuci piring cair dipergunakan sebagai zat pembersih untuk membersihkan noda lemak dan bau amis. Bahan aktif utama yang terdapat pada sabun cuci piring cair adalah surfaktan. Surfaktan memiliki struktur bipolar yang dapat menyatukan lemak dengan air dengan menurunkan tegangan permukaan sehingga noda yang mengandung lemak dapat larut dan terbawa bersama air. Sifat inilah yang dimanfaatkan untuk membersihkan noda.⁴

Pemeriksaan bercak darah yang dicurigai diawali dengan tes presumptif untuk menunjukkan kemungkinan adanya darah dengan melihat perubahan warna hasil reaksi hemoglobin dengan reagen yang digunakan. Tes presumptif memiliki spesifitas yang rendah, maka tes konfirmasi perlu dilakukan untuk memastikan bercak tersebut merupakan bercak darah. Tes konfirmasi diantaranya ialah tes Teichmann dan tes Takayama yang berguna untuk melihat adanya pembentukan kristal hemoglobin yang merupakan hasil reaksi dari hemoglobin dalam darah dengan reagen tes Teichmann dan tes Takayama. Kekurangan dari tes konfirmasi ialah tidak mampu menentukan spesies darah untuk

membedakan antara darah berasal dari manusia atau hewan, maka perlu dilakukan pemeriksaan lanjutan yaitu tes penentuan spesies seperti tes presipitin. Selanjutnya jika ditemukan darah berasal dari manusia dapat dilakukan tes golongan darah dan pemeriksaan DNA.⁵

Penelitian mengenai bercak darah telah banyak dilakukan, seperti pengaruh bahan pembersih terhadap hasil tes presumptif dan hasil analisis DNA pada bercak darah oleh Harris (2006) dan Passi (2012). Menurut penelitian Harris (2006) menunjukkan bahwa ketika didapatkan hasil negatif pada tes Kastle-Mayer sebanyak 80% dari jumlah seluruh sampel, namun masih dapat ditemukan kualitas DNA yang cukup baik meskipun telah dibersihkan dengan bahan pembersih mengandung klorin dan tidak mengandung klorin seperti deterjen. Menurut penelitian yang dilakukan Passi (2012) diperoleh kesimpulan bahwa tes luminol dapat merusak bercak darah tetapi tidak memiliki efek buruk pada hasil analisis DNA. Sedangkan pada penggunaan bahan pembersih yang mengandung bahan pemutih membuat DNA terdegradasi dan berpengaruh buruk terhadap hasil analisis DNA.^{6,7}

Peneliti belum menemukan adanya hasil penelitian mengenai tes konfirmasi Teichmann dan tes Takayama dalam membuktikan adanya darah setelah proses penghapusan barang bukti darah oleh pelaku menggunakan sabun cuci piring cair, hal ini mendorong peneliti untuk melakukan penelitian tentang kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar sabun cuci piring cair.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan desain penelitian berupa *pretest* dan *posttest design*, yang memberikan perlakuan berupa pemaparan sabun cuci piring cair pada bercak darah. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Riau Pekanbaru pada bulan Desember 2014 sampai Juni 2015. Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah preparat bercak darah yang akan dipaparkan dengan beberapa sabun pencuci piring cair.

2.1 Bahan dan alat penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mikroskop, 22 pasang *slide*/kaca objek beserta kaca penutupnya, lampu bunsen, pipet tetes mikro (mikro pipet P1000), penjepit kayu, tisu, tabung ukur, sticker nama, spuit, tabung EDTA dan spidol. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel darah segar, air, reagen Teichmann (1 tetes NaCl dan 1 tetes asam asetat glasial), reagen Takayama (piridin sebanyak 3 mL, NaOH 10% sebanyak 3 mL, larutan glukosa standar 100 g/100 mL sebanyak 3 mL, air terdistilasi sebanyak 7 mL) dan 5 produk sabun pencuci piring cair dengan merk tertentu.

2.2 Pembuatan larutan sabun

Larutan sabun merupakan campuran homogen antara sabun cuci piring cair dengan air. Larutan ini dibuat dengan cara mencampurkan 5 ml sabun cuci piring cair kedalam 150 ml air.

2.3 Pembuatan slide bercak darah

Pembuatan slide bercak darah pada penelitian ini dimulai dengan membersihkan kaca objek. Kaca objek dibersihkan dengan tisu kering lalu melewatkannya diatas api bunsen. Kemudian kaca objek tersebut ditetesi dengan darah yang berasal dari tabung EDTA menggunakan pipet mikro sebanyak 1 tetes (0,1 ml). Tetesan darah tersebut dikeringkan selama satu jam dalam ruangan yang bersuhu $\pm 25^{\circ}\text{C}$. Slide bercak darah yang diperlukan dalam penelitian ini sebanyak 22 slide, dengan 2 slide sebagai kontrol positif (tanpa perlakuan pengusapan) dan 20 slide mendapat perlakuan pengusapan dengan larutan sabun cuci piring cair. Penelitian ini akan dilakukan secara *duplo*.

2.4 Pengusapan slide bercak darah dengan sabun

Cara pengusapan merupakan modifikasi dari teknik pengusapan yang dilakukan Creamer *et al* (2005) dimana pengusapan dilakukan dengan menggunakan tisu dapur yang telah dilipat sebanyak tiga kali kemudian dicelupkan setengah bagian dari tisu ke dalam larutan sabun cair selama 3 detik lalu ditiriskan.⁸ Tisu dapur dipegang menggunakan penjepit kayu kemudian $\pm 1\text{cm}$ dari ujung tisu diusapkan dengan membentuk sudut 45° terhadap permukaan kaca objek. Pengusapan dilakukan sebanyak 3 kali (1 kali usap adalah 1 kali tisu menyentuh permukaan *slide* dari ujung kaca objek yang satu dengan ujung yang lainnya dengan lebar permukaan tisu yang menyentuh kaca sekitar 1 cm) pada *slide* darah yang sudah kering dengan arah pengusapan

secara horizontal sejajar serta merata dan searah dari satu sisi ke sisi lainnya pada kaca objek (tidak bolak-balik) pada permukaan *slide*. Setelah dilakukan pengusapan, *slide* bercak darah akan dilakukan tes Teichmann dan Takayama. Penelitian ini menggambarkan hasil tes Teichmann dan Takayama dari bercak darah yang terpapar sabun cuci piring cair A, B, C, D, dan E. Pengolahan data akan dilakukan secara manual dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Penelitian ini telah lulus pengkajian etika penelitian ilmiah dan kesehatan yang dilakukan oleh tim pengkajian etika penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Riau yang dilakukan pada tanggal 5 Maret 2015.

3. HASIL PENELITIAN

Hasil pemeriksaan kristal hemoglobin pada bercak darah yang dipapar dengan beberapa sabun cuci piring cair menggunakan tes Teichmann dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan hasil pemeriksaan kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar sabun cuci piring cair menggunakan tes Takayama dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Hasil tes Teichmann pada bercak darah yang terpapar beberapa jenis sabun cuci piring cair

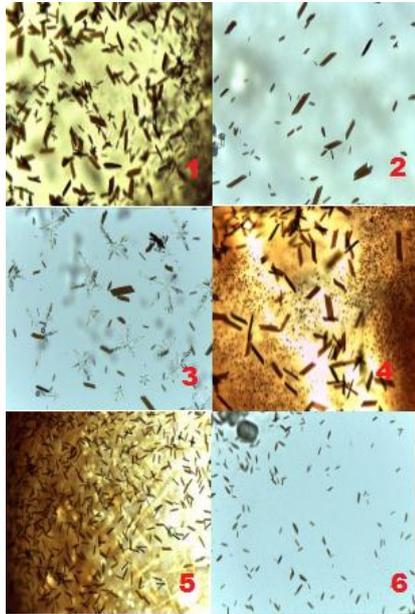
Merk Sabun Cuci Piring Cair	Hasil tes Teichmann	
	Percobaan I	Percobaan II
A	Positif (+)	Positif (+)
B	Positif (+)	Positif (+)
C	Positif (+)	Positif (+)
D	Positif (+)	Positif (+)
E	Positif (+)	Positif (+)
JUMLAH	5 (100%)	5 (100%)

Tabel 3.2 Hasil tes Takayama pada bercak darah yang terpapar beberapa jenis sabun cuci piring cair

Merk Sabun Cuci Piring Cair	Hasil tes Takayama	
	Percobaan I	Percobaan II
A	Positif (+)	Positif (+)
B	Positif (+)	Positif (+)
C	Positif (+)	Positif (+)
D	Positif (+)	Positif (+)
E	Positif (+)	Positif (+)
JUMLAH	5 (100%)	5 (100%)

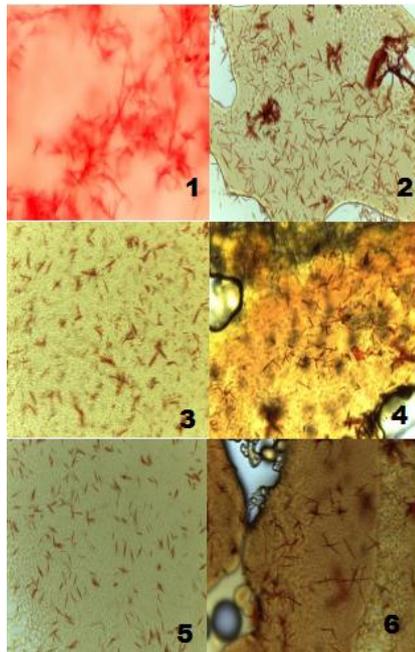
Berdasarkan hasil dari Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 didapatkan bahwa dari pengusapan slide bercak darah menggunakan sabun cuci piring cair memberikan hasil positif (+) pada semua pengusapan (100%), yang artinya masih ditemukan kristal hemoglobin pada bercak darah yang telah diusap dengan menggunakan larutan sabun cuci piring cair pada tes Teichmann maupun tes Takayama.

Adapun dokumentasi gambaran hasil tes Teichmann dan tes Takayama dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Hasil tes Teichmann

1(standar), 2(sabun A), 3(sabun B), 4(sabun C), 5(sabun D), 6(sabun E).



Gambar 3.2 Hasil tes Teichmann

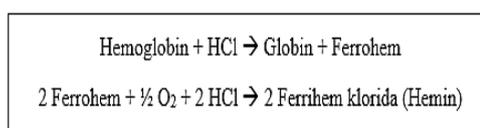
1(standar), 2(sabun A), 3(sabun B), 4(sabun C), 5(sabun D), 6(sabun E).

4. PEMBAHASAN

4.1 Pemeriksaan kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar sabun cuci piring cair menggunakan tes Teichmann

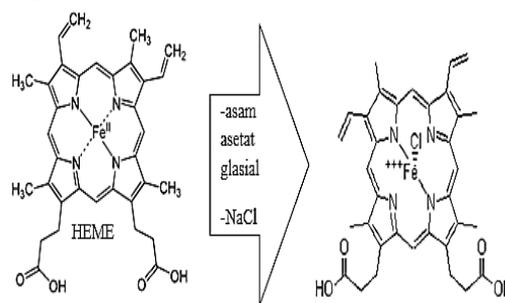
Penelitian ini menggunakan lima merek sabun cuci piring cair yang dipaparkan pada *slide* bercak darah yang telah dikeringkan dengan cara mengusapkan tisu dapur yang telah dicelupkan dalam larutan sabun sebanyak tiga kali. Pada pengusapan ini tidak mengakibatkan bercak darah menghilang, sehingga dapat diamati bagaimana pengaruh antara bercak darah dengan larutan sabun cuci piring cair yang mengandung surfaktan. Setelah dilakukan pengusapan, *slide* bercak darah tersebut ditetaskan natrium klorida dan asam asetat glasial kemudian dipanaskan. Selanjutnya *slide* diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400 kali. Pada proses pengamatan menggunakan mikroskop didapatkan hasil 100% positif pada setiap *slide* dengan ditemukannya kristal hemoglobin berbentuk batang atau jajargenjang berwarna kecoklatan yang disebut dengan kristal hemin. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh larutan sabun cuci piring cair terhadap bercak darah. Hasil ini juga memiliki hasil yang sama ketika dibandingkan dengan *slide* kontrol (*slide* tanpa pengusapan).

Hal yang mendasari didapatkannya hasil positif pada penelitian ini kemungkinan dipengaruhi oleh sifat sel darah merah (eritrosit) dan sifat surfaktan. Hasil positif yang dipengaruhi oleh sifat sel darah merah didasari oleh sifat hemoglobin dapat mengalami hidrolisis jika diberi perlakuan secara kimia dalam kondisi asam maupun kondisi basa. Untuk membuat kondisi asam dapat dilakukan dengan menambahkan asam klorida (HCl). Hasil menunjukkan bahwa terjadi pemecahan hemoglobin menjadi komponen-komponen penyusunnya, yaitu globin dan gugus prostetik heme dalam bentuk hemin (ferrihem klorida). Hal ini ditunjukkan dalam persamaan reaksi berikut :⁹



Kondisi asam pada reaksi hidrolisis hemoglobin menyerupai kondisi pada reaksi dasar pembentukan kristal Teichmann yang menggunakan salah satu bahan reagen bersifat asam yaitu asam asetat glasial. Asam asetat glasial merupakan asam asetat murni tanpa pelarut (air) sehingga bersifat asam kuat yang mengakibatkan teroksidasinya atom besi (Fe) pada hemoglobin. Namun pada reaksi ini tidak terjadi hidrolisis tetapi hemolisis yang disebabkan karena adanya pemanasan, sedangkan pada reaksi sederhana hidrolisis hemoglobin tidak dilakukan pemanasan. Selanjutnya atom besi akan berikatan dengan atom Cl membentuk kristal *ferriprotoporphyrin chloride* seperti reaksi yang ditunjukkan pada Gambar

4.1.⁹



Gambar 4.1. Reaksi Kristal Hemin.⁹

Hasil positif yang didasari oleh surfaktan kemungkinan ada 2 penyebab yaitu pertama, surfaktan pada reaksi ini tidak dapat merusak struktur heme, namun dapat mempengaruhi komponen lipid dan protein yang terdapat pada membran eritrosit dengan cara mempengaruhi permeabilitas membran pada sel eritrosit sehingga menyebabkan eritrosit menjadi lisis atau yang disebut hemolisis.¹⁰⁻¹⁴ Hemolisis ini terjadi ketika protein dan makromolekul lainnya mampu melewati membran eritrosit keluar karena adanya pelepasan heme dari membrane sel, sehingga mempercepat pertemuan heme dengan reagen kemudian mempermudah terbentuknya kristal hemin.¹⁵

Kemungkinan kedua yang menyebabkan hasil positif pada tes ini yang disebabkan oleh surfaktan karena surfaktan pada sabun tidak mampu memutuskan ikatan kimia senyawa *ferriprotoporphyrin chloride*.¹⁶ Pada tes Teichman, ikatan kimia yang terbentuk merupakan ikatan kovalen polar yang ditandai adanya pemakaian elektron bersama antara atom *chlor* (Cl) dari reagen dengan ferro (Fe^{2+}) dan disertai adanya perbedaan elektronegativitas.

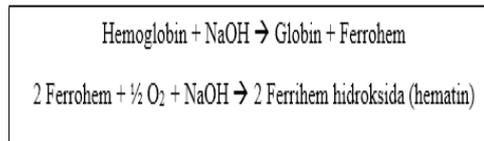
Sedangkan ikatan kimia pada heme itu sendiri merupakan suatu ikatan kovalen koordinasi yang menghubungkan (Fe) dengan empat cincin pirol melalui liganda. Pada dasarnya ikatan kovalen ini merupakan ikatan kimia yang paling kuat dibandingkan ikatan kimia lainnya, sehingga untuk memutuskan ikatan kimia ini dibutuhkan reaksi kimia yang menggunakan konsentrasi yang lebih tinggi.^{17,18}

Pengaruh konsentrasi surfaktan pada reaksi ini juga didukung dengan penelitian yang dilakukan Venkatesh *et al* (1999) mengenai interaksi surfaktan anionik sodium dodecyl sulfate (SDS), HbCO dan Hb rekonstruksi (CuHb, NiHb) terhadap erosit menunjukkan bahwa ketika konsentrasi surfaktan ditingkatkan terjadi perubahan ikatan pada gugus heme, yaitu terjadinya pengurangan jumlah ikatan dari lima ikatan koodinasi menjadi empat ikatan gugus heme.¹⁹ Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa surfaktan anionik pada sabun cuci piring cair tidak mampu merusak gugus heme maupun kristal hemin pada tes Teichmann.

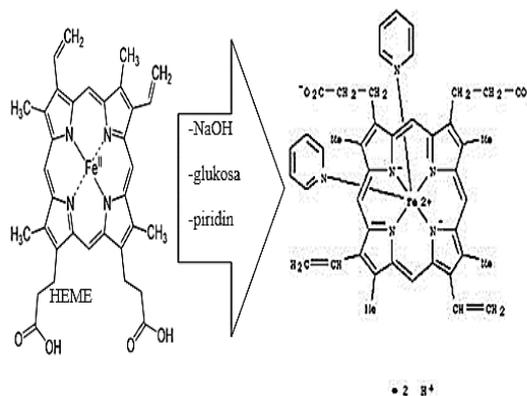
4.2 Pemeriksaan kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar sabun cuci piring cair menggunakan tes Takayama

Pada penelitian ini juga menggunakan perlakuan, jumlah dan jenis sabun cuci piring cair yang sama dengan tes Teichmann sebelumnya. Berdasarkan hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah masih ditemukannya kristal hemoglobin berbentuk jarum berwarna merah muda yang disebut dengan kristal

hemokromogen. Perbedaannya tes ini dengan tes Teichmann terletak pada reagen yang digunakan. Pada tes Takayama reagen yang di gunakan bersifat basa sedangkan tes Teichmann bersifat asam. Sel darah merah didasari oleh sifat hemoglobin yang dapat mengalami hidrolisis jika diberi perlakuan secara kimia dalam kondisi basa dengan cara menambahkan natrium hidroksida (NaOH). Kemudian didapatkan hasil pada hemoglobin tersebut terjadi pemecahan hemoglobin menjadi globin dan heme. Adanya oksigen pada reaksi ini dapat mengubah *ferrohem* menjadi *ferrihem hidroksida* yang disebut juga sebagai hematin. Hal ini ditunjukkan pada persamaan reaksi berikut ini :⁹



Kondisi basa pada reaksi hidrolisis hemoglobin menyerupai kondisi basa pada reaksi dasar pembentukan kristal Takayama yang menunjukkan bahwa gugus *heme* apabila direaksikan dengan larutan reagen Takayama yang berisi NaOH, glukosa dan piridin serta akuades akan berikatan dengan gugus pyridin dan membentuk kristal *pyridine ferroprotoporphyrin* seperti pada Gambar 4.2. Namun perbedaan reaksi hidrolisis hemoglobin dengan reaksi pembentukan kristal takayama ini, eritrosit pada percobaan ini mengalami hemolisis yang disebabkan karena adanya pemanasan, sedangkan pada reaksi hidrolisis hemoglobin tidak dilakukan pemanasan.⁹



Gambar 4.2 Pembentukan kristal Hemokromogen.⁹

Hasil positif yang didasari oleh surfaktan pada reaksi ini tidak dapat merusak struktur heme, namun dapat mempengaruhi komponen lipid dan protein yang terdapat pada membran eritrosit dengan cara mempengaruhi permeabilitas membran pada sel eritrosit sehingga menyebabkan eritrosit menjadi lisis atau yang disebut hemolisis.¹⁰⁻¹⁴ Hemolisis ini terjadi ketika protein dan makromolekul lainnya mampu melewati membran eritrosit keluar karena adanya pelepasan heme dari membrane sel, sehingga mempercepat pertemuan heme dengan reagen kemudian mempermudah terbentuknya kristal hemokromogen.¹⁵

Selain faktor surfaktan dan sel darah merah, ada beberapa faktor lain yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini seperti yang terdapat pada pernyataan Adair dan Stene (2012) dalam penelitiannya yang menyatakan bahwa daya tahan suatu bercak darah dipengaruhi beberapa faktor yaitu kualitas dari bercak darah asli, sifat fisik properti dari tempat bercak darah melekat, aplikasi yang dilakukan pada bercak darah dan cara dari pencucian.¹⁷ Faktor lain yang kemungkinan mempengaruhi hasil

positif pada penelitian ini adalah cara pencucian yang dilakukan dan tempat bercak darah melekat sehingga hasil positif pada penelitian ini belum tentu memberikan hasil yang sama apabila metode pencucian dan tempat melekatnya bercak darah berbeda.

Penelitian ini juga didukung dengan penelitian yang dilakukan Adair, Rebecca dan Shaw (2005) menggunakan tes presumptif luminol dan LCV pada bercak darah yang terdapat pada pakaian yang telah dicuci dengan sabun detergen cair, namun ketika dilakukan tes presumptif luminol masih didapatkan hasil positif.²⁰ Selain itu juga pada penelitian yang dilakukan Harris (2006) menunjukkan bahwa ketika didapatkan hasil negatif pada tes Kastle-Mayer sebanyak 80% dari jumlah seluruh sampel, namun masih dapat ditemukan kualitas DNA yang cukup baik meskipun telah dibersihkan dengan bahan pembersih mengandung klorin dan tidak mengandung klorin, yang dalam penelitian ini, bahan tidak mengandung klorin yang digunakan adalah deterjen.⁶

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, diantaranya mengenai surfaktan yang ada pada produk sabun cuci piring cair yang digunakan tidak diketahui konsentrasinya secara keseluruhan, karena ada beberapa sabun yang tidak mencantumkan di kemasan produk. Surfaktan merupakan suatu senyawa bersifat basa lemah, maka dari itu penelitian ini hanya bisa menggambarkan pengaruh pH basa dan efek kerja merusak membran lipid suatu sel oleh sabun cuci piring cair pada pembentukan kristal hemoglobin. Penelitian ini juga tidak bisa menghasilkan dugaan efek surfaktan secara khusus sebab ada

bahan pencampur lainnya yang dicurigai secara tidak langsung dapat berpengaruh terhadap pembentukan kristal hemoglobin pada tes Teichmann dan Takayama. Selain faktor yang telah disebutkan, perlu juga dipertimbangkan faktor *human error* dalam penelitian ini, meskipun peneliti sudah berupaya mengurangi faktor ini dengan melakukan penelitian sesuai prosedur yang telah ditetapkan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pemeriksaan Teichmann pada bercak darah yang terpapar beberapa sabun cuci piring cair masih menunjukkan adanya kristal hemoglobin (hemin).
2. Hasil pemeriksaan Takayama pada bercak darah yang terpapar beberapa sabun cuci piring cair masih menunjukkan adanya kristal hemoglobin (hemokromogen).

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan, peneliti memberikan saran sebagai berikut :

1. Peneliti menyarankan untuk penelitian selanjutnya agar menggunakan metode pencucian yang berbeda dan menggunakan medium yang berbeda seperti lantai, pakaian dan peralatan memasak serta peralatan makan.
2. Pada penelitian ini konsentrasi surfaktan dalam larutan sabun tidak diketahui secara keseluruhan, hanya menggunakan konsentrasi

larutan sesuai yang tercantum pada masing-masing kemasan sabun cuci piring cair. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada sabun cuci piring cair yang sudah diketahui kadar konsentrasi surfaktan dalam larutan, sehingga dapat dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi sabun dengan membandingkan gambaran jumlah atau bentuk morfologi kristal hemoglobin menurut konsentrasi tiap larutan sabun masing-masing.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak Fakultas Universitas Riau, dr. Enikarmila Asni, M.Biomed., M.Med.Ed dan dr. M. Tegar Indrayana, Sp.F sebagai Pembimbing, dr Lucyana Tampubolon, Sp.PK dan Dr.dr. Dedi Afandi, D.F.M, Sp.F sebagai dosen penguji dan dr. Suri Dwi Lesmana, M.Biomed sebagai supervisi yang telah memberikan waktu, bimbingan, ilmu, nasehat, motivasi dan semangat kepada penulis selama penyusunan skripsi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Greenfield A, Sloan MM, Spaulding RP. Identification of blood and body fluids, in: James SH, Nordby JJ. Forensic Science: an Introduction to Scientific and Investigative Techniques. Boca Raton: CRC Press; 2014;4. p.205–9.

2. Rohrig B. The forensic of blood. ChemMatters [serial on the Internet]. 2008 Feb [cited 2014 Des 12]; (4-7). Available from: www.acs.org/chemmatters.
3. Idries AM, Tjiptomartono A.L. Penerapan ilmu kedokteran forensik dalam proses penyidikan. Edisi kedua. Jakarta: Sagung seto; 2011;2.hal 19-24.
4. Lehninger. Dasar-dasar biokimia. Jilid 1. Jakarta: Erlangga; 1982.hal 212-18.
5. Kobilinsky L. Forensic chemistry handbook. New Jersey: John Wiley and Sons; 2012.p.269-81.
6. Harris KA, Thacker CR, Ballarda D, Courta SD. The effect of cleaning agents on the DNA analysis of blood stains deposited on different substrates. International Congress Series [serial on the internet].2006 [cited 2014 Des 21];1288(589-91). Available from : <http://www.ics-elsevier.com/>.
7. Passi N, Garg RK, Yadav M, Singh RS, Karoshah MA. Effect of luminol and bleaching agent on the serological and DNA analysis from bloodstain. Egyptian Journal of Forensic Sciences [serial on the internet]. 2012 Jun [cited 2014 Des 21];2(54-61). Available from : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/>.
8. Creamer JI, Quickenden TI, Crichton LB, Robertson P, Ruhayel RA. Attempet cleaning of bloodstain and its effect on the forensic luminol test. John Willey & Sons Ltd; 2005. Available at www.interscience.wiley.com. [Cited on november 2014].
9. Damin S. Pengantar kimia: buku panduan kuliah mahasiswa kedokteran. Jakarta: EGC; 2008.hal 176-77.
10. El-sadek BM. Synthesis, micellization, and hemolysis evaluation of biodegradable quaternary ammonium compund. Adv. Appl. Sci. Res. 2011; 2 (3): 363-372. Available at www.pelagiaresearchlibrary.com. [Cited on january 2015].
11. 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.
12. 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.
13. Pata V, Ahmed F, Discher DE, Dan N. Membrane solubilization by detergent: resistance cofered by thickness. Langmuir. 2004; volume 20(10): 3888-93.
14. Maire ML, Champeil P, MØller JV. Interaction of membrane proteins and lipids with solubilizing detergent. Biochimica et biophysica acta. 2000; 1508: 86-111.
15. Gloxhuber L, Klunstler K. Anionic surfactant : biochemistry, toxicology, dermatology. Second ed. New York: CRC-Press; 1992. p. 31-35.

16. James SH, Kish PE, Sutton TP. Principles of bloodstain pattern analysis : theory and practice. Boca Raton: CRC-Press; 2005.p.349-63.
17. Dogra SK, Dogra S. Kimia fisik dan soal-soal. Jakarta. UI-press; 1990. p 127-427.
18. Nelson DL, Cox MM. Lehninger principles of biochemistry, 4th ed. Available at www.whfreeman.com/lehninger4e. [Cited on january 2015].
19. 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.
20. Adair TW, Rebecca LS. Enhancement of Bloodstains on Washed Clothing Using Luminol and LCV Reagents. IABPA News. 2005.