

Gambaran Kristal Hemoglobin pada Bercak Darah yang Terpapar Beberapa Sabun Krim Menggunakan Tes Teichmann dan Takayama

Welly N Pangaribuan

Eni Karmila

Tegar Indrayana

Eureka7_lfotypezero@yahoo.com

ABSTRACT

The biologic sample like bloodstains are precious physical evidence that can be found at any crime scene. Bloodstains that be found can indicate struggle or murderer case and identification of bloodstains found at criminal scene can give information about actual criminal acts. The criminals often try to remove or camouflage bloodstains by using cleaning agents like cream detergent that makes bloodstains contaminated with detergent surfactant and may be affect the chemical bloodstains identification using Teichmann and Takayama test. The purposes of this experiment are to know the description of hemoglobin crystal at contaminated bloodstain with some cream detergents using Teichmann and Takayama test. This experiment is the experimental description. This experiment has done in Biochemical Laboratory Medical Faculty of Riau University. There're 38 slides that made in this experiment with twice experiment (duplo). The bloodstain slides were washed using cream detergent A, B, C, D, E, and F once until three times. The result of this experiment was positive in all bloodstain slide that washed by cream detergent when it tested with Teichmann and Takayama test.

Keywords: *bloodstain, hemoglobin crystal, cream detergent, Teichmann and Takayama.*

1. PENDAHULUAN

Sampel biologis yang ditemukan pada kasus-kasus kriminal memegang peranan penting dalam proses investigasi forensik karena merupakan bukti yang berharga. Salah satu contoh sampel biologis yang bisa ditemukan pada kasus kriminal adalah cairan tubuh. Cairan tubuh yang ditemukan di tempat kejadian perkara (TKP), dapat digunakan sebagai petunjuk yang sangat baik dalam menentukan kejadian apa yang terjadi pada saat kasus kriminal berlangsung. Darah merupakan salah satu contoh dari

cairan tubuh yang dapat ditemukan pada kasus kriminalisme.¹

Penemuan darah pada kasus kriminal dapat mengindikasikan adanya suatu bentuk kekerasan fisik, penyerangan ataupun pembunuhan.¹ Penemuan darah sangat berguna tidak hanya untuk menentukan identitas seseorang saja, namun juga berguna dalam menentukan urutan peristiwa yang terjadi saat proses kriminal berlangsung. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengumpulan sampel darah yang baik, dan urutan tes dalam identifikasi darah sangat penting

dilakukan apabila investigator menemukan sampel darah ataupun objek yang menyerupai darah.²

Urutan pemeriksaan identifikasi darah dimulai dari visualisasi untuk mengenali darah dari bentuk fisik berupa warnanya, dimana bercak darah berwarna merah kecokelatan sampai coklat. Kemudian dilakukan tes presumtif atau *screening* dan tes konfirmasi untuk membuktikan suatu objek atau materi yang terlihat seperti darah merupakan darah. Setelah terbukti bahwa objek yang ditemukan merupakan darah, kemudian dilakukan tes untuk membuktikan bahwa darah tersebut merupakan darah manusia atau bukan. Kemudian dilakukan tes untuk mengetahui golongan darah dan identitas dari pemilik darah tersebut.³

Tes kristal Teichmann dan Takayama merupakan tes yang paling umum dilakukan dalam tes konfirmasi. Tes ini dilakukan untuk melihat kristal hemoglobin yang terbentuk akibat direaksikan dengan reagen tertentu, yang membuktikan bahwa objek yang dilihat merupakan darah. Tes Teichmann dilakukan dengan prinsip memanaskan bercak darah yang dicampur dengan halida (*chloride*) dan asam asetat glasial yang dinyatakan positif darah apabila terbentuk kristal hematin berbentuk belah ketupat atau batang dan berwarna kecokelatan. Tes Teichmann ini sangat sensitif dengan suhu selama pemanasan. Apabila terlalu panas, atau kurang panas, kristal hematin bisa tidak terbentuk. Tes Takayama dilakukan dengan prinsip terbentuknya kristal *pyridine hemochromogen* dengan memanaskan bercak darah yang ditambahkan pyridin dan glukosa dalam suasana alkali. Tes Takayama

dinyatakan positif apabila terbentuk kristal berbentuk jarum dan berwarna merah muda. Keuntungan dari tes Takayama dibandingkan dengan Teichmann adalah tes Takayama tidak terlalu sensitif terhadap suhu selama pemanasan dan tes Takayama masih bisa memberikan hasil yang positif pada tes Teichmann yang negatif.^{4,5,6} Kedua tes ini lebih spesifik untuk mengidentifikasi darah, tetapi kekurangan tes ini adalah kedua tes ini sangat mudah dipengaruhi oleh zat-zat yang mengkontaminasi bercak darah.⁶

Dalam melakukan tindakan kriminal, pelaku kriminal sering berupaya untuk menghilangkan ataupun menyamarkan barang bukti seperti bercak darah dengan cara membersihkannya dengan suatu zat pembersih.⁷ Salah satu zat pembersih yang bisa digunakan pelaku untuk membersihkan bercak darah adalah sabun. Sabun merupakan bahan kimia yang sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari yang terbentuk dari reaksi saponifikasi antara suatu ester (asam lemak) dengan alkali (NaOH, KOH).⁸ Sabun yang dibentuk dengan menggunakan soda kaustik (NaOH) disebut sabun keras dan sabun yang dibentuk dengan menggunakan KOH merupakan sabun lunak.⁹

Sabun berguna sebagai bahan kimia pembersih dikarenakan kandungan surfaktan yang terdapat didalam sabun mampu menguraikan bercak ataupun noda sehingga dapat larut kedalam air. Sabun krim ataupun sabun colek merupakan salah satu jenis sabun yang digunakan untuk mencuci pakaian dan piring. Bahan yang menyusun sabun krim terdiri dari surfaktan dan *builder*. Surfaktan yang sering dipakai dalam sabun krim adalah

surfaktan anionik seperti sodium alkil benzene sulfonat, linear alkil benzene sulfonat dan lainnya yang berfungsi dalam mengangkat bercak, sedangkan *builder* berfungsi untuk meningkatkan efektifitas kerja surfaktan dalam sabun.¹⁰

Belum ada penelitian yang spesifik meneliti bagaimana pengaruh sabun terhadap tes kimia atau laboratorium forensik pada bercak darah yang terpapar sabun. Namun Adair, Rebecca dan Shaw (2005) telah melakukan penelitian tes presumptif pada bercak darah yang terdapat pada pakaian yang telah dicuci dengan sabun detergen. Adair dan Shaw (2005) menggunakan reagen *leuco-crystal violet* (LCV) dan luminol. Berdasarkan hasil penelitiannya didapatkan kesimpulan bahwa meskipun telah dicuci, luminol masih memberikan hasil positif yang lebih baik dibandingkan LCV sehingga reagen luminol merupakan reagen yang efektif untuk memvisualisasi bercak darah yang telah dicuci sekalipun.¹¹

Penelitian diatas hanya sebatas pada tes presumptif namun tidak dilanjutkan ke tahap tes konfirmasi yang menggunakan teknik laboratorium forensik. Sabun krim merupakan sabun yang sangat mudah didapatkan dengan harga yang murah dan sangat banyak dijual di pasar, sehingga sabun krim bisa menjadi salah satu sabun yang dipakai oleh pelaku kriminal untuk membersihkan bercak darah yang merupakan barang bukti yang sangat berharga. Penyidik bisa saja tidak menyadari bahwa bercak yang ditemukan merupakan bercak darah apabila sabun krim dapat mempengaruhi hasil tes konfirmasi. Berdasarkan hal tersebut peneliti ingin melakukan penelitian mengenai

bagaimana gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar beberapa sabun krim.

2. METODE PENELITIAN

Desain penelitian menggunakan metode deskriptif laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan kristal hemoglobin pada bercak darah yang dipaparkan dengan sabun krim. Penelitian ini telah dilaksanakan di laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Riau pada tanggal 24 desember 2014 sampai tanggal 31 desember 2014. Hal yang menjadi sampel dalam penelitian ini adalah darah sebanyak 10 ml dan sabun krim dari enam merek berbeda yang dibuat menjadi larutan sabun.

2.1. Bahan dan alat penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: darah, sodium klorida, asam asetat glasial, reagen Takayama (mengandung larutan glukosa standar 100 gram/100 ml, sodium hidroksida 10%, dan air yang telah terditilasi), air, sabun krim "A", sabun krim "B", sabun krim "C", sabun krim "D", Sabun krim "E", sabun krim "F" yang bahan aktifnya berupa surfaktan anionik. Alat-alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah: kaca objek/slide, kaca penutup, pipet tetes mikro, pemegang kayu (*holder*), mikroskop, gelas ukur, batang pengaduk, spatula, pembakar bunsen, tisu dapur, *stopwatch*, timbangan analitik sartorius.

2.2. Pembuatan larutan sabun

Larutan sabun merupakan campuran homogen antara sabun krim dengan air. Larutan ini dibuat

dengan cara mencampurkan 1 gram sabun krim kedalam 200 ml air. tahap, tahap pertama yaitu 50 ml air yang diambil dari 200 ml air yang disediakan dimasukkan ke dalam gelas ukur yang berukuran 100 ml. Kemudian ke dalam gelas ukur tersebut ditambahkan 1 gram sabun krim lalu didiamkan selama 15 menit kemudian diaduk dengan menggunakan batang pengaduk dengan kecepatan 3 rad/s selama 3 menit atau sampai larutan terlihat sudah homogen dengan arah pengadukan searah jarum jam.

Kemudian tahap kedua untuk mendapatkan larutan sabun 1 gram : 200 ml air, larutan sabun pada tahap pertama dicampurkan kedalam 150 ml air sisa dari pengambilan sebelumnya kemudian diaduk secara manual dengan batang pengaduk. Arah pengadukan dilakukan dengan mengikuti arah jarum jam selama 60 detik atau sampai larutan terlihat homogen dengan kecepatan pengadukan 2 rad/s (satu putaran perdetik).

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 (0,05 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 38 slide, dengan 2 slide sebagai kontrol positif (tanpa perlakuan pengusapan) dan 36 slide mendapat perlakuan

Pembuatan larutan ini melalui dua pengusapan dengan larutan sabun krim. Penelitian ini akan dilakukan secara *duplo*.

2.4. Pengusapan slide bercak darah dengan larutan sabun

Slide bercak darah yang mendapat perlakuan pengusapan dengan larutan sabun krim sebanyak 36 slide. Masing-masing slide akan mendapatkan jumlah pengusapan yang berbeda. Slide dengan satu kali pengusapan adalah slide bercak darah yang hanya mendapat satu kali pengusapan. Slide dengan dua kali pengusapan adalah slide bercak darah yang mendapat dua kali pengusapan dan slide dengan tiga kali pengusapan adalah slide yang mendapat pengusapan sebanyak tiga kali. Cara pengusapan merupakan modifikasi dari teknik pengusapan yang dilakukan Creamer *et al* (2005) dimana pengusapan dilakukan dengan menggunakan tisu dapur yang telah dilipat sebanyak dua kali kemudian dicelupkan setengah bagian dari tisu ke dalam larutan sabun krim lalu ditiriskan.¹² Tisu dapur dipegang menggunakan *holder* kayu kemudian $\pm 1\text{cm}$ dari ujung tisu diusapkan dengan membentuk sudut 45° terhadap permukaan kaca objek. Pengusapan dilakukan secara merata dan searah dari satu sisi ke sisi lainnya pada kaca objek (tidak bolak-balik).

Setelah dilakukan pengusapan, slide bercak darah akan dilakukan pemeriksaan visualisasi, tes Teichmann dan Takayama. Penelitian ini menggambarkan hasil tes Teichmann dan Takayama dari bercak darah yang terpapar sabun krim A, B, C, D, E dan F.

Pengolahan data akan dilakukan secara manual dan disajikan dalam bentuk tabel frekuensi 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 19 desember 2014.

3. HASIL PENELITIAN

Hasil pemeriksaan kristal hemoglobin pada bercak darah yang dipapar dengan beberapa sabun krim menggunakan tes Teichmann dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan hasil

pemeriksaan kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar sabun krim menggunakan tes Takayama dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.1: Hasil pemeriksaan kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar sabun krim menggunakan tes Teichmann

Merek sabun	Sabun A			Sabun B			Sabun C			Sabun D			Sabun E			Sabun F		
Pengusapan ke-	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Percobaan ke 1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Percobaan ke 2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Sumber: data primer

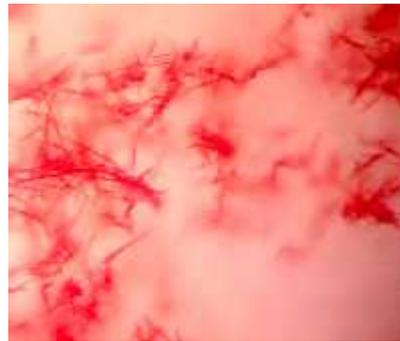
Tabel 3.2: Hasil pemeriksaan kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar sabun krim menggunakan tes Takayama

Merek sabun	Sabun A			Sabun B			Sabun C			Sabun D			Sabun E			Sabun F		
Pengusapan ke-	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Percobaan ke 1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Percobaan ke 2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Sumber: data primer

Berdasarkan hasil dari Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 didapatkan bahwa dari pengusapan slide bercak darah menggunakan sabun krim memberikan hasil positif (+) pada semua pengusapan, yang artinya masih ditemukan kristal hemoglobin pada bercak darah yang telah diusap dengan menggunakan larutan sabun

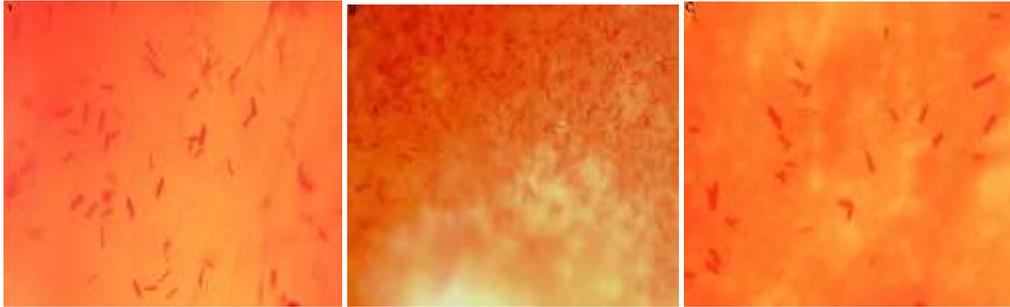
krim pada tes Teichmann maupun Takayama. Adapun gambaran dari kristal yang dihasilkan akan dinilai berdasarkan kontrol yang dibuat dalam penelitian ini. gambaran kristal hemoglobin yang menjadi kontrol dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Gambaran kristal hemoglobin Teichmann (kiri) dan Takayama (kanan) pada bercak darah tanpa pemaparan dengan sabun krim (kontrol). Gambar diambil pada pembesaran 400x dibawah mikroskop, kemudian gambar diperbesar sebanyak 50%.

3.1. Gambaran mikroskopis kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar sabun krim menggunakan tes Teichmann

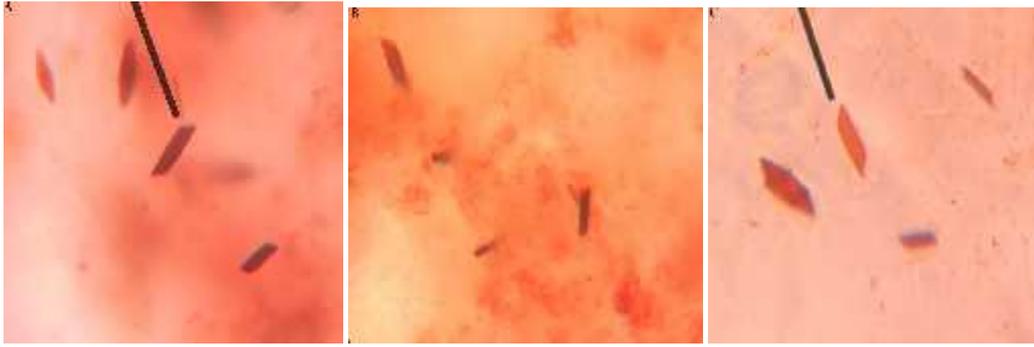
Gambaran mikroskopis kristal hemoglobin yang terpapar sabun krim A, B, C, D, E, dan F dengan menggunakan tes Teichmann bisa dilihat pada Gambar 3.2 sampai dengan Gambar 3.7



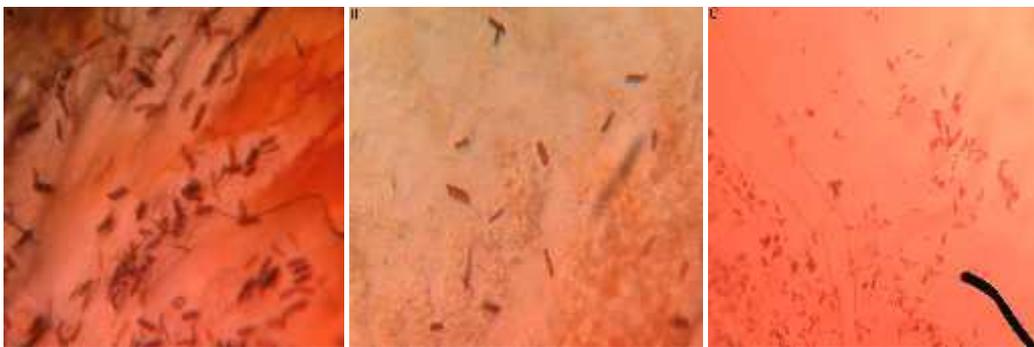
Gambar 3.2 Gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah dengan pemaparan dengan sabun krim A. Gambar diambil pada pembesaran 400x dibawah mikroskop, kemudian gambar diperbesar sebanyak 50%. A. Pengusapan 1 kali, B. Pengusapan 2 kali, C. Pengusapan 3 kali



Gambar 3.3 Gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah dengan pemaparan dengan sabun krim B. Gambar diambil pada pembesaran 400x dibawah mikroskop, kemudian gambar diperbesar sebanyak 50%. A. Pengusapan 1 kali, B. Pengusapan 2 kali, C. Pengusapan 3 kali.



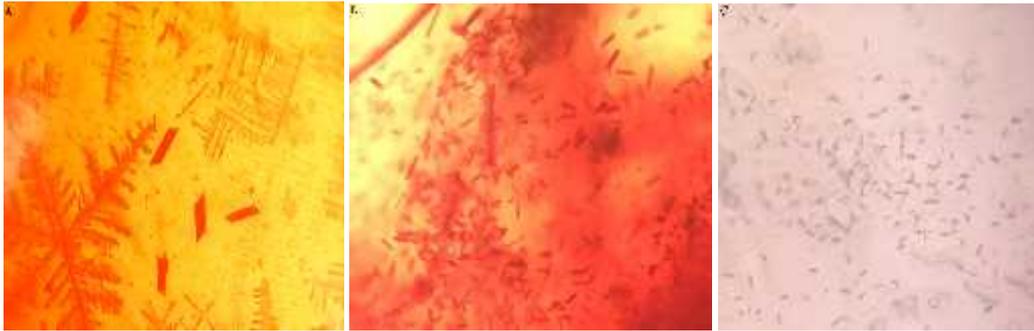
Gambar 3.4 Gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah dengan pemaparan dengan sabun krim C. Gambar diambil pada pembesaran 400x dibawah mikroskop, kemudian gambar diperbesar sebanyak 50%. A. Pengusapan 1 kali, B. Pengusapan 2 kali, C. Pengusapan 3 kali.



Gambar 3.5 Gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah dengan pemaparan dengan sabun krim D. Gambar diambil pada pembesaran 400x dibawah mikroskop, kemudian gambar diperbesar sebanyak 50%. A. Pengusapan 1 kali, B. Pengusapan 2 kali, C. Pengusapan 3 kali.



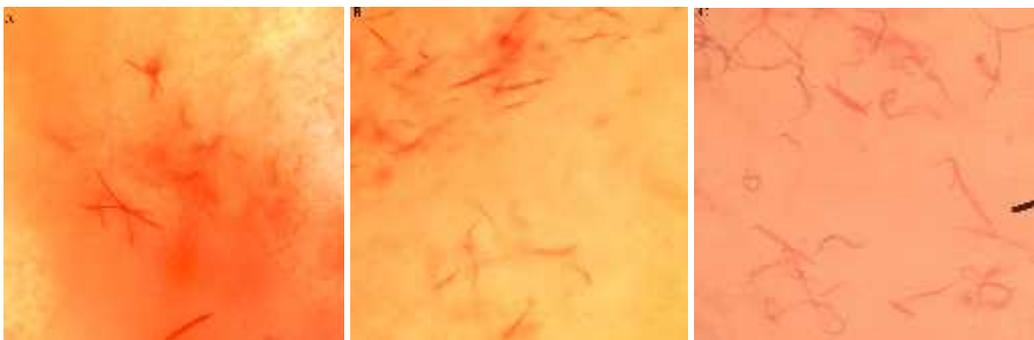
Gambar 3.6 Gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah dengan pemaparan dengan sabun krim E. Gambar diambil pada pembesaran 400x dibawah mikroskop, kemudian gambar diperbesar sebanyak 50%. A. Pengusapan 1 kali, B. Pengusapan 2 kali, C. Pengusapan 3 kali.



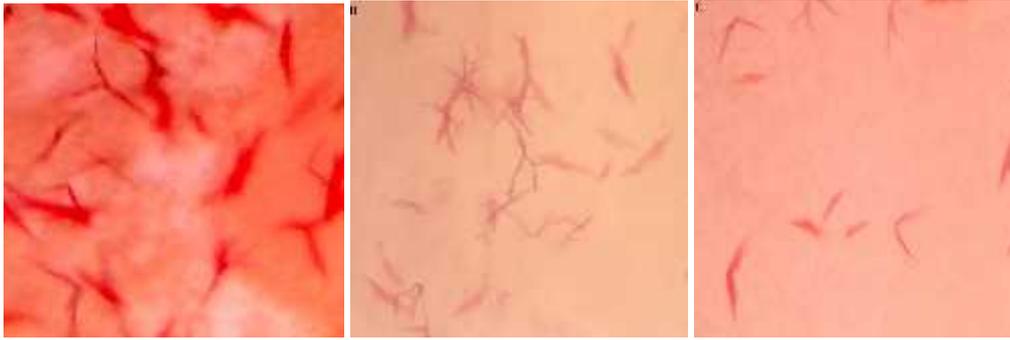
Gambar 3.7 Gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah dengan pemaparan dengan sabun krim F. Gambar diambil pada pembesaran 400x dibawah mikroskop, kemudian gambar diperbesar sebanyak 50%. A. Pengusapan 1 kali, B. Pengusapan 2 kali, C. Pengusapan 3 kali.

3.2. Gambaran mikroskopis kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar sabun krim menggunakan tes Takayama

Gambaran mikroskopis kristal hemoglobin yang terpapar sabun krim A, B, C, D, E, dan F dengan menggunakan tes Takayama bisa dilihat pada Gambar 3.8 sampai dengan Gambar 3.13.



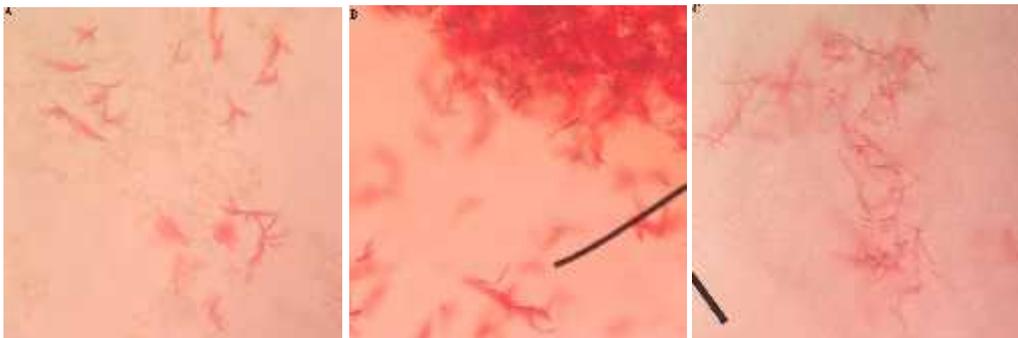
Gambar 3.8 Gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah dengan pemaparan dengan sabun krim A. Gambar diambil pada pembesaran 400x dibawah mikroskop, kemudian gambar diperbesar sebanyak 50%. A. Pengusapan 1 kali, B. Pengusapan 2 kali, C. Pengusapan 3 kali.



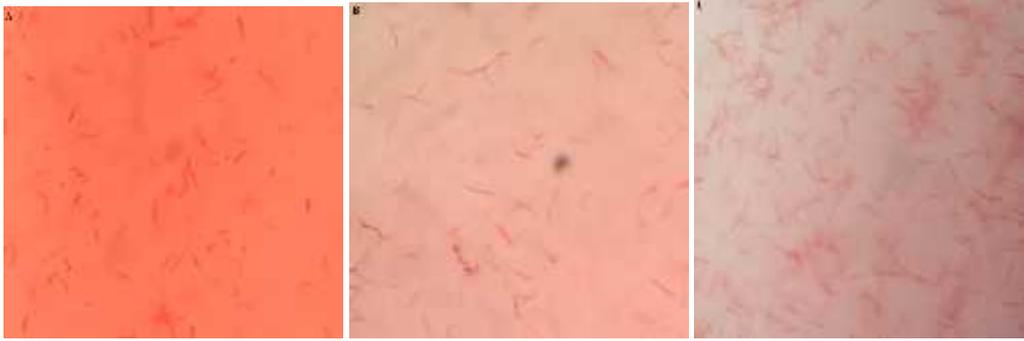
Gambar 3.9 Gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah dengan pemaparan dengan sabun krim B. Gambar diambil pada pembesaran 400x dibawah mikroskop, kemudian gambar diperbesar sebanyak 50%. A. Pengusapan 1 kali, B. Pengusapan 2 kali, C. Pengusapan 3 kali.



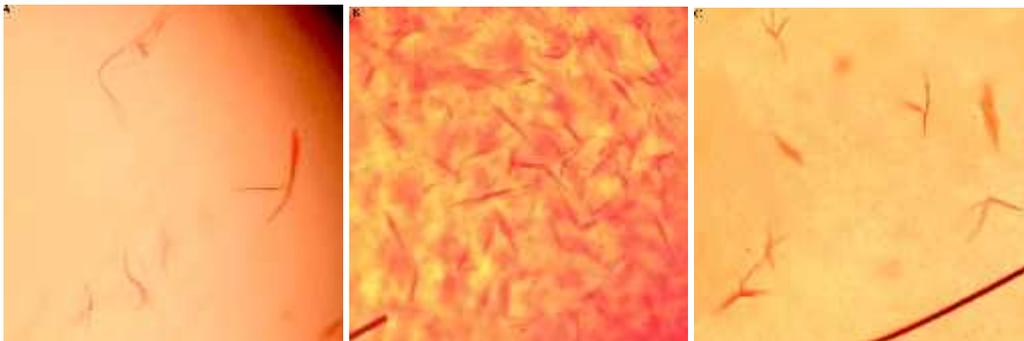
Gambar 3.10 Gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah dengan pemaparan dengan sabun krim C. Gambar diambil pada pembesaran 400x dibawah mikroskop, kemudian gambar diperbesar sebanyak 50%. A. Pengusapan 1 kali, B. Pengusapan 2 kali, C. Pengusapan 3 kali.



Gambar 3.11 Gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah dengan pemaparan dengan sabun krim D. Gambar diambil pada pembesaran 400x dibawah mikroskop, kemudian gambar diperbesar sebanyak 50%. A. Pengusapan 1 kali, B. Pengusapan 2 kali, C. Pengusapan 3 kali.



Gambar 3.12 Gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah dengan pemaparan dengan sabun krim E. Gambar diambil pada pembesaran 400x dibawah mikroskop, kemudian gambar diperbesar sebanyak 50%. A. Pengusapan 1 kali, B. Pengusapan 2 kali, C. Pengusapan 3 kali.



Gambar 3.13 Gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah dengan pemaparan dengan sabun krim F. Gambar diambil pada pembesaran 400x dibawah mikroskop, kemudian gambar diperbesar sebanyak 50%. A. Pengusapan 1 kali, B. Pengusapan 2 kali, C. Pengusapan 3 kali.

4. PEMBAHASAN

Penelitian ini adalah penelitian laboratorik dengan mengamati pengaruh paparan sabun krim terhadap hasil pemeriksaan kristal hemoglobin dengan menggunakan tes Teichmann dan Takayama dalam bidang Biokimia dan Forensik.

4.1. Gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar sabun krim menggunakan tes Teichmann

Surfaktan merupakan senyawa aktif didalam sabun yang mampu membersihkan noda dan mengikat material yang tidak larut air seperti minyak maupun partikel lain sehingga bisa teremulsi kedalam air.^{13,14} Sifat inilah yang menjadikan

sabun krim bisa digunakan pelaku kriminal untuk membersihkan bercak darah yang tercipta saat proses kriminal berlangsung. Ada enam jenis merek sabun krim yang digunakan dalam penelitian ini yang kandungannya bisa dilihat pada lampiran 1. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengusap slide yang berisi bercak darah dengan menggunakan tisu dapur yang telah dicelupkan kedalam larutan sabun. Setelah dilakukan pengusapan lalu slide di teteskan sodium klorida dan asam asetat glasial kemudian dipanaskan. Setelah dipanaskan, slide tersebut dilihat dibawah mikroskop dengan pembesaran 400 kali. Pengusapan yang dilakukan pada bercak darah, tidak mengakibatkan bercak darah pada slide menghilang. Pengusapan yang dilakukan dengan menggunakan larutan sabun "C" dan "F" yang memiliki kandungan dua jenis surfaktan didalamnya masih menyisakan bercak darah.

Pengamatan yang dilakukan dibawah mikroskop menunjukkan hasil yang positif pada semua percobaan yang dilakukan. Gambaran kristal hemoglobin yang didapatkan pada percobaan ini masih berbentuk batang dan bewarna kecoklatan. Hal ini menunjukkan meskipun bercak darah terpapar dengan sabun krim tes Teichmann masih bisa memberikan hasil yang positif. Hasil positif pada tes Teichmann kemungkinan didasari oleh dua hal yaitu surfaktan tidak merusak gugus *heme* yang menjadi dasar reaksi pada tes Teichmann dan surfaktan yang digunakan dalam penelitian ini tidak bisa memutuskan ikatan kimia antara *ferriprotoporphirin* dengan *chloride*

pada kristal Teichmann yang merupakan suatu senyawa *ferriprotoporphirin chloride*.⁵ Surfaktan memiliki pengaruh terhadap lipid dan protein, sehingga surfaktan memiliki kemampuan mempengaruhi permeabilitas membran sel eritrosit yang akan mengakibatkan eritrosit mengalami lisis.¹⁵⁻¹⁹ Efek hemolisis yang dimiliki surfaktan meningkat seiring dengan peningkatan suhu.¹⁵ Apabila eritrosit mengalami lisis, maka hemoglobin akan dikeluarkan, sehingga peneliti memperkirakan keluarnya hemoglobin dari eritrosit akibat hemolisis akan mempercepat pertemuan antara hemoglobin dengan reagen, sehingga akan memudahkan reaksi pembentukan kristal.²⁰ Selain mempengaruhi membran eritrosit, ada juga jenis surfaktan detergen seperti *sodium dodecyl sulfate* yang mampu mempengaruhi hemoglobin dimana surfaktan akan mengakibatkan protein globin mengalami denaturasi, dan gugus heme keluar dari matrix globin.^{16,21} Penelitian yang dilakukan Venkatesh *et al* (1999) menggunakan anionik surfaktan *sodium dodecyl sulfate* (SDS), HbCO dan Hb rekontruksi (CuHb, NiHb) menunjukkan bahwa dengan peningkatan konsentrasi dari surfaktan akan mengakibatkan perubahan lima ikatan koordinasi pada heme menjadi empat ikatan yang membuat gugus heme menjadi lebih stabil didalam *micelle*.¹⁶ Penelitian terkini yang dilakukan Salehi *et al* (2014) dengan menggunakan surfaktan SDS menunjukkan adanya interaksi SDS dengan hemoglobin akan mengakibatkan terbentuknya hidrogen peroksida (H₂O₂) endogen yang akan membuat *heme*

mengalami degradasi menjadi aquametHb dan hemichrome.²² Belum ada teori yang menjelaskan bagaimana pengaruh *heme* yang mengalami degradasi terhadap pembentukan kristal hemoglobin sehingga meskipun *heme* mengalami degradasi belum tentu akan mengakibatkan hasil tes yang negatif pada tes Teichmann. SDS merupakan surfaktan anionik pada detergen sama seperti alkilbenzene sulfonat, linear alkilbenzene sulfonat dan sodium lauril eter sulfat.²³ Dibandingkan dengan surfaktan anionik lainnya, SDS diketahui memiliki daya protein denaturasi yang sangat kuat.^{24,25}

Penelitian ini menggunakan sabun krim yang mengandung surfaktan anionik sodium alkilbenzene sulfonat, linear alkilbenzene sulfonat dan sodium lauril eter sulfat. Hasil positif pada penelitian ini menunjukkan bahwa ketiga jenis surfaktan ini tidak mempengaruhi pembentukan kristal hemoglobin yang kemungkinan dikarenakan surfaktan tersebut hanya berpengaruh pada membran eritrosit namun tidak sampai mempengaruhi hemoglobin. Bahkan seandainya ketiga surfaktan pada sabun krim yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kekuatan yang sama dengan SDS yang mampu mengakibatkan degradasi pada gugus *heme*, terlepas dari pengaruh besar konsentrasi dan lamanya pemaparan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa surfaktan anionik dalam sabun krim tidak mempengaruhi hasil tes Teichmann. Penelitian ini juga menunjukkan hasil yang sama dengan penelitian yang dilakukan Adair, Rebecca dan Shaw (2005) menggunakan tes presumtif luminol

dan LCV pada bercak darah yang terdapat pada pakaian yang telah dicuci dengan sabun detergen cair, dimana prinsip dari tes luminol dan LCV adalah menggunakan gugus *heme* pada darah sebagai oksidator pada reagen sehingga menghasilkan perubahan warna pada reagen.¹¹ Hasil positif pada penelitian Adair, Rebecca dan Shaw (2005) mendukung hasil dari penelitian ini yang menunjukkan bahwa surfaktan pada sabun tidak mempengaruhi hasil dari tes presumtif ataupun tes konfirmasi (tes kristal) pada bercak darah yang terpapar sabun detergen ataupun sabun krim, dikarenakan surfaktan tidak mempengaruhi gugus *heme* yang jadi dasar reaksi pada kedua tes ini.

Kemungkinan kedua yang mengakibatkan hasil positif pada semua tes Teichmann diakibatkan surfaktan dalam sabun krim yang digunakan dalam penelitian tidak mampu memutuskan ikatan kimia yang ada. Gugus *heme* merupakan gugus yang mengandung ion logam besi sebagai pusat dan memiliki ikatan dengan liganda sehingga ikatan didalam gugus *heme* merupakan suatu ikatan kovalen koordinasi.^{26,27} Selain itu, ikatan kimia yang terjadi selama pembentukan kristal Teichmann merupakan ikatan kovalen yang polar dikarenakan adanya pemakaian elektron bersama antara atom chlor (Cl) dari reagen dengan ferro (Fe^{2+}) dan ada perbedaan elektronegativitas. Untuk memutuskan suatu ikatan kimia, dibutuhkan energi ikatan yang dinyatakan dalam bentuk kalor. Energi ikatan suatu senyawa berbeda-beda, tergantung dari jumlah ikatan yang ada. Pada gugus *heme* besi mampu mengikat sampai enam

ikatan, sehingga tentunya energi yang diperlukan untuk memutuskan ikatan tersebut akan lebih besar dari energi yang diperlukan untuk memutuskan ikatan senyawa air yang hanya terdiri dari dua ikatan atom H dan O.²⁷ Untuk menghasilkan suatu energi ikatan, akan dibutuhkan suhu atau panas yang diberikan pada suatu senyawa. Berdasarkan rumus hubungan kalor dan suhu ($Q = m.c. T$), didapatkan bahwa kalor yang dihasilkan berbanding lurus dengan suhu yang diberikan, sehingga semakin tinggi kalor atau energi ikatan yang diperlukan untuk memutuskan suatu ikatan kimia, maka semakin besar juga suhu yang harus diberikan.²⁶

Selain pemberian suhu, cara yang dapat digunakan untuk memutuskan suatu ikatan kimia adalah dengan penambahan katalis dalam suatu reaksi. Katalis dapat menurunkan energi aktivasi suatu reaksi sehingga energi yang dibutuhkan untuk memulai suatu reaksi kimia berupa pemutusan ikatan berkurang, sehingga dapat menurunkan suhu yang perlu diberikan.²⁷ Dalam penelitian ini, surfaktan anionik dalam sabun krim kemungkinan tidak mampu memutuskan ikatan kimia pada kristal Teichmann secara langsung hal ini terkait dengan hasil penelitian yang positif pada semua percobaan dan surfaktan anionik dalam sabun krim juga tidak berperan sebagai katalis dalam reaksi pembentukan kristal, sehingga tidak mengakibatkan turunnya suhu pemanasan dari seharusnya, sehingga mengganggu reaksi pembentukan kristal Teichmann. Kemungkinan ini didapatkan dari percobaan yang dilakukan, dimana cara pemanasan

terhadap objek penelitian sama dengan cara pemanasan yang dilakukan pada saat pembuatan kontrol Teichmann.

Penelitian ini kemungkinan dapat memberikan hasil yang berbeda apabila jenis sabun atau detergen yang digunakan merupakan sabun yang mengandung enzim. Enzim sudah sering digunakan didalam sabun pencuci sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan daya pembersih suatu detergen.²⁸ Enzim merupakan suatu biokatalis. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, adanya katalis berupa enzim, kemungkinan bisa membantu memutuskan ikatan kovalen koordinasi pada *heme* ataupun *ferritoporphyrin chloride*, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.²⁷

4.1. Gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar sabun krim menggunakan tes Takayama

Pada penelitian ini jenis dan jumlah sabun krim yang digunakan dan prosedur pengusapan sama seperti yang dilakukan pada penelitian dengan menggunakan tes Teichmann. Setelah dilakukan pengusapan, bercak darah yang telah terpapar sabun krim ditetaskan dengan menggunakan reagen Takayama sebanyak satu tetes. Pada penelitian ini juga didapatkan hasil positif pada semua percobaan yang dilakukan. Gambaran kristal hemoglobin yang didapatkan masih berbentuk jarum dan tidak ada perubahan bentuk maupun warna dari kristal hemoglobin pada tes ini. Hasil

dari percobaan yang dilakukan dengan tes Takayama memperkuat dugaan peneliti bahwa surfaktan anionik dalam sabun krim tidak mempengaruhi gugus *heme* pada hemoglobin maupun mempengaruhi ikatan kimia antara besi dengan protoporphyrin, *ferriprotoporphyrin* dengan klorida pada tes Teichmann, maupun ikatan kovalen antara pyridin dengan *ferroprotoporphyrin* pada tes Takayama. Surfaktan anionik dalam sabun detergen juga tidak mampu berperan sebagai katalis dalam proses pembentukan kristal, sehingga meskipun bercak darah dipaparkan dengan sabun krim, kemungkinan tidak akan mempengaruhi pada hasil tes Teichmann dan Takayama. Hasil dari penelitian ini kemungkinan berbeda apabila zat pembersih yang digunakan mengandung enzim.

Selain faktor surfaktan yang diberikan pada bercak darah, ada beberapa faktor lain yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini seperti yang terdapat pada pernyataan Adair dan Stene (2012) dalam penelitiannya yang

peneliti berdasarkan teori yang ada, untuk memastikannya perlu penelitian lebih mendalam dan spesifik bagaimana pengaruh surfaktan terhadap hemoglobin dan kristal hemoglobin.

5. Simpulan dan saran

5.1. Simpulan

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.⁷ Faktor lain yang mempengaruhi hasil positif pada penelitian ini kemungkinan terkait dengan 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. Hasil penelitian ini juga dipengaruhi oleh konsentrasi sabun krim (surfaktan), lama waktu pemaparan, sehingga hasil penelitian ini belum tentu memberikan hasil yang sama pada bercak darah yang dipaparkan dengan sabun krim dengan konsentrasi yang berbeda, sehingga untuk memastikannya diperlukan penelitian lebih lanjut. Selain faktor yang telah disebutkan, 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

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya dapat disimpulkan beberapa hal yaitu sebagai berikut:

1. Hasil pemeriksaan Teichmann pada bercak darah yang terpapar sampo krim A, B, C, D, E dan F memberikan hasil positif.
2. Hasil pemeriksaan Takayama pada bercak darah yang terpapar

sampo krim A, B, C, D, E dan F memberikan hasil positif.

3. Tes konfirmasi Teichmann dan Takayama sangat baik digunakan untuk mengidentifikasi bercak darah, bahkan untuk darah yang dicurigai telah terpapar zat pembersih berupa sabun krim.

5.2. Saran

Peneliti menyarankan kepada peneliti selanjutnya yang ingin meneruskan penelitian ini khususnya pada pemeriksaan darah atau bercak darah forensik tahap konfirmasi untuk menggunakan metode pencucian yang berbeda, meningkatkan lama waktu pemaparan bercak darah dengan sabun krim, meningkatkan konsentrasi sabun, menggunakan medium yang berbeda.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak Fakultas Universitas Riau, dr. Eni Karmila, M.Biomed dan dr. M. Tegar indrayana, Sp.F selaku Pembimbing, dr. Fatmawati, Sp.PK dan dr. Inayah, M,Sc selaku dosen penguji dan dr. Suri Dwi Lesmana, M.Biomed selaku supervisi yang telah memberikan waktu, bimbingan, ilmu, nasehat, motivasi dan semangat kepada penulis selama penyusunan skripsi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ja HA, Kyoung JS, Wock IY, Hwan YL. Bloody fluid identification in forensics. *BMB reports*. 2012; 45(10): 545-553.
2. Castro DM, Coyle HM. Review: Biological evidence collection and forensic blood identification. Boston: University of New Haven; 2011.
3. Tilstone WJ, Savage KA, Clarck LA. Forensic science an encyclopedia of history, methods, and techniques. California: ABC-CLIO, Inc; 2006. p. 90-1.
4. Virkler K, Lednev IK. Analysis of body fluids for forensic science purposes: from laboratory testing to non-destructive rapid confirmatory identification at a crime scene. *Forensic Science International*. 2009. March 27; 188: 1-17. Cited in Elsevier.
5. James SH, Kish PE, Sutton TP. Principles of bloodstain pattern analysis: theory and practice. Boca raton/Singapore: Taylor & Francis Group; 2005. p. 14-367.
6. Idris AM, Tjiptomartono AL. Penerapan ilmu kedokteran forensik dalam proses penyidikan. Jakarta: Sagung Seto; 2011. p. 19-25.
7. 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.
8. Solomon TW. Organic Chemistry. 8th. ed. Singapore: John Wiley & Sons; 2004.
9. Oghome P, Eke MU, Kamalu CIO. Characterization of fatty acid used in soap manufacturing in nigeria: Laundry, toilet, medicated and antiseptic soap. *International Journal of Modern Engineering Research*. 2012. July; volume 2(issue 4): 2930-4 .

10. Schramm L, Stasiuk EN, Marangoni DG. Surfactants and their applications. *Annu. Rep. Prog. Chem., Sect. C.* 2003: 3-48.
11. Adair TW, Rebecca LS. Enhancement of Bloodstains on Washed Clothing Using Luminol and LCV Reagents. *IABPA News.* 2005.
12. Creamer JI, Quickenden TI, Crichton LB, Robertson P, Ruhayel RA. *Attempted 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].
13. Katz DA. The science of soap and detergent. Diunduh dari: <http://www.chymist.com>. [Diakses november 2014].
14. Tang M, Suendo V. Pengaruh pelarut organik terhadap tegangan permukaan sabun. *Prosiding simposium nasional inovasi pembelajaran sains.* Bandung: Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran Sains; 2011: 1-7.
15. 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]
16. 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.
17. 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.
18. Pata V, Ahmed F, Discher DE, Dan N. Membrane solubilization by detergent: Resistance conferred by thickness. *Langmuir.* 2004; volume 20(10): 3888-93.
19. Maire ML, Champeil P, MØller JV. Interaction of membrane proteins and lipids with solubilizing detergent. *Biochimica et biophysica acta.* 2000; 1508: 86-111.
20. Guyton AC, Hall JE. *Buku ajar fisiologi kedokteran.* Edisi ke-2. Rachman LY, Hartanto H, Novrianti A, Wulandari N, editor. Jakarta: EGC; 2006. p. 439-537.
21. Toader AM, Volanschi E. Electrochemical and spectral study the heme surfactant interaction in solution. *Revue roumaine de chimie.* 2007; 52(1-2): 159-167.
22. Salehi N et al. Heme degradation upon production of endogenous hydrogen peroxide via interaction of hemoglobin with sodium dodecyl sulfate. *Jour. Photochemistry and photobiology B: biology.* 2014; 133: 11-17. available at <http://dx.doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2014.02.014>. [cited on january 2015].
23. Martindale. *The extra pharmacopoeia,* 29th ed. Reynold, J editor. London: the pharmaceutical press; 1989. p 1417.
24. Creighton TE ed. *Protein structure: a practical approach,*

- 2nd ed. New york. IRL press at oxford university press; 1997. p 1-19
25. Creighton TE ed. Protein structure: a practical approach, 2nd ed. New york. IRL press at oxford university press; 1997. p 198-199.
 26. Dogra SK, Dogra S. Kimia fisik dan soal-soal. Jakarta. UI-press; 1990. p 127-427.
 27. Nelson DL, Cox MM. Lehninger principles of biochemistry, 4th ed. available at www.whfreeman.com/lehninger 4e. [cited on january 2015].
 28. Saperas N, Subiros EF. Proteolytic enzymes in detergents: evidence of their presence trough activity measurements based on electrophoresis. *J. Chem. Educ.* 2011; 88. 1702-06.