

## Research Report

## Identifikasi bite marks dengan ekstraksi DNA metode Chelex (Bite marks identification with Chelex methods in DNA extraction)

Imelda Kristina Sutrisno, Ira Arundina dan Agung Sosiawan

Departemen Biologi Oral

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga

Surabaya-Indonesia

### ABSTRACT

**Background:** In the case of crime often encountered evidence in bite marks form that was found on the victim's body. Generally, bitemarks identification use standard techniques that compare the interpretation picture with the tooth model of suspected person. However, sometimes the techniques do not obtain accurate results. Therefore another technique is needed to support the identification process, such as DNA analysis that use the remaining epithelium attached in saliva to identify the DNA of the suspected person. In this processes a limited DNA material could be met, not only less in quantity but also less in quality. Chelex known as one of an effective DNA extraction method in DNA forensic case is needed to overcome this problem. **Purpose:** The study was aimed to examine the use of Chelex as DNA extraction method on a bitemarks sample models. **Methods:** The blood and bitemarks of 5 persons with were taken. The DNA of each subject was extracted with Chelex and quantified the quantity with UV Spechtrphotometer. The DNA results was amplified by PCR at locus vWA and TH01 then vizualised by electrophoresis. **Results:** The electrophoresis's results showed band at locus vWA and TH01 for blood sample and bite marks with no significant differences. **Conclusion:** The study showed that Chelex method could be use to extract DNA from bitemarks.

**Key words:** Bite marks, Chelex, locus vWA and TH01

### ABSTRAK

**Latar belakang:** Dalam kasus kejahatan sering dijumpai bukti dalam bentuk bekas gigitan (bitemarks) yang ditemukan pada tubuh korban. Umumnya, untuk mengidentifikasi bite marks menggunakan teknik standar yaitu membandingkan foto interpretasi dengan model gigi dari orang yang dicurigai. Namun demikian teknik ini terkadang tidak mendapatkan hasil yang akurat, sehingga diperlukan teknik lain untuk menunjang keberhasilan proses identifikasi pelaku, yakni melalui analisis DNA bitemarks, yang diperoleh dari saliva yang mengandung sisa epitel tersangka pelaku. Sampel DNA yang berasal dari bitemarks umumnya terbatas, tidak hanya terbatas dalam kuantitas tetapi juga terbatas dalam kualitas. Hal ini seringkali menimbulkan kesulitan tersendiri dalam proses analisisnya. Chelex yang dikenal sebagai salah satu metode ekstraksi yang efektif di bidang forensik, sangat diperlukan untuk mengatasi kendala tersebut. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk meneliti penggunaan metode ekstraksi DNA metode Chelex pada sampel bite marks. **Metode:** Darah dan cetakan gigi dari 5 subjek diambil, dan DNA di ekstraks dengan Chelex dan kemudian diuji kuantitas dengan UV Spechtrphotometer. Setelah itu hasil di amplifikasi dengan PCR pada lokus vWA dan TH01 kemudian divisualisasi dengan elektroforesis. **Hasil:** Hasil elektroforesis menunjukkan adanya band pada lokus vWA dan TH01 untuk sampel darah dan cetakan gigi tanpa perbedaan yang signifikan secara statistika. **Simpulan:** Penelitian ini menunjukkan bahwa metode Chelex dapat digunakan untuk mengekstraksi DNA dari bite marks.

**Kata kunci:** Bite marks, Chelex, Lokus vWA and TH01

Korespondensi (correspondence): Imelda Kristina Sutrisno, Departemen Biologi Oral, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga. Jl. Mayjend. Prof. Dr. Moestopo No. 47 Surabaya 60132, Indonesia. E-mail: imel\_lie92@hotmail.com

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan tingkat kriminalitas yang cukup tinggi, berbagai macam tindakan kriminal sering terjadi seperti pembunuhan, pencurian, kekerasan, pemerkosaan dan lain sebagainya yang meninggalkan barang bukti berupa *bite marks*. Proses identifikasi tersangka dengan bukti berupa *bite marks* umumnya dilakukan dengan membandingkan hasil foto interpretasi dengan model gigi dari tersangka yang dicurigai, meliputi analisa dan pengukuran ukuran, bentuk dan posisi dari masing-masing gigi.<sup>1</sup> Namun hasil identifikasi dengan teknik ini belum didapatkan hasil yang akurat. Oleh karena itu perlu cara lain dalam mengidentifikasi *bite marks* yaitu dengan teknik irigasi pada *bite marks* kemudian dilakukan identifikasi DNA. Pada *bite marks* pemeriksaan DNA dapat diambil dari saliva, *stain* yang menempel, sisa-sisa epitel mukosa pada saliva dan sebagainya.<sup>2</sup>

DNA sebagai alat bantu identifikasi tidak lepas dari kelemahan misalnya saja kerusakan DNA karena ada paparan dari lingkungan seperti pH, temperatur dan lain sebagainya. Oleh karena itu perlu penanganan yang tepat dan cepat dalam mengolah sampel salah satunya terkait pada proses ekstraksi. Selain itu tidak jarang ditemui DNA yang dijumlah dan kualitasnya terbatas sehingga perlu metode ekstraksi DNA yang efektif dan efisien seperti metode *Chelex*.<sup>3</sup> Kelebihan metode ini yaitu cepat, tahapan singkat serta mengurangi kemungkinan *sample to sample contamination*.<sup>3</sup> Larutan *Chelex* yang digunakan terdiri dari *styrene divinylbenzene copolymer* yang berisi pasangan *ion-ion iminodiacetate* yang bertindak sebagai *chelating group* yang berikatan dengan *ion Mg<sup>2+</sup>*, bila *chelating resin* ini terlarut pada hasil ekstraksi DNA sehingga mengikat komponen *Mg<sup>2+</sup>* sebagai kofaktor enzim DNA *polymerase*, akibatnya tanpa ion ini enzim *polymerase* pada PCR tidak dapat bekerja.<sup>4</sup> Lokus pada DNA yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Tyrosine Hidroxylase 1<sup>st</sup> Intron* (TH01) dan *von Willebrand Factor, 40<sup>th</sup> intron* (vWA) dikarenakan dua jenis lokus ini termasuk lokus yang memiliki tingkat mutasi yang rendah dari tiga belas lokus *Short Tandem Repeat* (STR) yang telah ditetapkan oleh *Federal Bureau of Investigation* (FBI) sebagai sebuah sistem identifikasi DNA forensik nasional.<sup>5</sup> Penelitian ini bertujuan untuk meneliti penggunaan metode ekstraksi DNA metode *Chelex* pada sampel *bite marks*.

## BAHAN DAN METODE

Jenis penelitian ini adalah observasional analitik dan dilaksanakan di Laboratorium *Human Genetic – Institute of Tropical Disease* (ITD) Universitas Airlangga Surabaya. Penelitian ini telah mendapatkan *Ethical Clearance* dari Komisi Kelayakan Etik Penelitian Kesehatan (KKEPK) Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga (No. 45/KKEPK.FKG/VI/2012). Bahan yang digunakan adalah sampel *bite marks* dan sampel darah dari 5 orang relawan.

Pemilihan subyek penelitian dilakukan secara acak tanpa kriteria tertentu serta telah menandatangani *inform consent*. Sampel *bite marks* didapatkan dengan mencetak gigi dengan alginat kemudian diirigasi dengan aquades steril (*nuclease free water*) menggunakan *syringe* 3 cc lalu dikumpulkan dalam tabung steril sampai 15 cc. Sampel darah diambil pada masing-masing orang sebanyak 3 cc dari vena cubiti dan digunakan sebagai kontrol. Sampel darah atau irigasi saliva dari *bite marks* diambil 500 µl kemudian ditambahkan 1000µl *aqua bidestilata steril*. Setelah itu dilakukan *centrifuge* (Himac SCR 20B, Hitachi) dengan kecepatan 1500-2000 rpm selama 10 menit. Ambil bagian *supernatant* dari hasil *centrifuge* lalu dibuang kemudian ditambahkan 1000 µl aquades pada sisa *pellet* di tabung *ependorf*, kemudian dilakukan *centrifuge* dengan kecepatan 12000 rpm selama 10 menit, ambil bagian *supernatant* lalu dibuang setelah itu ditambahkan larutan *Chelex 20%* sebanyak 500 µl setelah itu dilakukan *vortex*, dipanaskan 56<sup>0</sup> C selama 20 menit setelah itu dilakukan *vortex* kemudian dipanaskan kembali dengan suhu 100<sup>0</sup> C selama 8 menit lalu ditunggu sampai dingin. Setelah dingin dilakukan *centrifuge* lagi dengan kecepatan 12000 rpm selama 5 menit, kemudian dilakukan pengenceran dan dihitung kadar DNA dengan *UV Spectrophotometer* (UV-Visible Spectrophotometer, Shimatzu).

Uji kuantitas DNA hasil ekstraksi dilakukan dengan alat *UV-spectrophotometer* pada panjang gelombang 260 nm. Menurut formula yang digunakan dalam perhitungan menggunakan alat *RNA/DNA calculator* menyatakan bahwa absorbansi  $\lambda_{260}$  1,0 sesuai untuk 50mg/ mL DNA murni untai ganda, maka kadar DNA sampel dapat dicari melalui perhitungan berikut:<sup>6</sup>

$$[\text{DNA}] = \text{A}_{260} \times 50 \times \text{Faktor pengenceran}$$

Keterangan:

- A260 : absorbansi sampel DNA pada panjang gelombang 260 nm
- 50 : larutan dengan nilai absorbansi 1,0 sebanding dengan 50 ug untai ganda DNA per ml (dsDNA)

Setelah uji kadar kemudian dilanjutkan dengan optimasi PCR pada masing-masing lokus menggunakan PCR mix dari Promega sebagai berikut, PCR Mix - dNTP (ATP,CTP,TTP,GTP), MgCl<sub>2</sub>, Taq Polimerase dan buffer - sebanyak 12,5 µl kemudian ditambah lokus yang akan diperiksa sebanyak 2,5 µl vWA 1 kemudian ditambah 2,5 µl vWA 2 (5'-CCTAGTGGATGATAAGAATAAT CAGTATG3'5'GGACAGATGATAAATACATAGGA TGGATGG-3') ( Promega primer, Gen Bank Accession M25858) atau 2,5 µl TH01 a kemudian ditambah 2,5 µl TH01 b (5'-CTGGGCACGTGAGGGCAGCGTCT-3'5'-TGCCGGAAGTCCATCCTCACAGTC-3') (Promega primer, Gen Bank Accession D00269) setelah itu ditambahkan *nuclease free water* sebanyak 6,5 µl dan terakhir ditambahkan hasil sampel DNA sebanyak 1 µl. hasil akhir *reaction volume* sebesar 25µl dapat segera

dilakukan optimasi PCR. Siklus optimasi dilakukan berdasarkan petunjuk dari Promega dengan pengulangan siklus *denaturation*, *annealing* dan *extension* sampai kurang lebih 30 siklus. Hasil amplifikasi PCR (Gene Amp, PCR System 2400, Perkin Elmer) selanjutnya divisualisasi dengan gel elektroforesis.

Proses elektroforesis diawali dengan pembuatan gel *polyacrylamide* (Promega corp, 2010). Pembuatan *acrylamide* 6% didapatkan dari rekasi antara *acrylamide*: bis *acrylamide* dengan perbandingan 19:1. Setelah gel hampir mengeras diberikan cetakan/*comb* sebagai tempat sampel DNA yang dimasukkan pada bagian cetakan di gel sebesar masing-masing 10 µl, sedangkan *marker* ditempatkan sebanyak 3 µl. *Running* gel elektroforesis dengan listrik 100 volt sampai RSB mencapai dasar. Setelah itu dilakukan pengecatan pada gel dengan metode *silver staining* yang terdapat beberapa tahapan yaitu *drying*, *fixation*, *staining*, *developing* dan *drying*.<sup>6</sup>

Hasil elektroforesis kemudian dilakukan visualisasi dengan adanya *band* di lokus TH01 dan vWA pada sampel darah dan *bite marks* dengan menggunakan elektroforesis (Promega corp, 2010). Analisa DNA dilakukan untuk menguji perbedaan kadar DNA antara sampel *bite marks* dengan sampel darah dengan menggunakan *Paired t-test*. Pada hasil elektroforesis elektroforesis perbandingan *band* terdeteksi atau tidak terdeteksi akan diukur dengan *Fisher exact probability test*.<sup>8</sup>

**HASIL**

Kadar DNA yang diperoleh dari hasil uji *UV-Spectrophotometer* menunjukkan rata-rata kadar DNA pada sampel darah memiliki jumlah yang lebih banyak dibandingkan pada sampel *bite marks* (Tabel 1). Gambar 1, 2, dan 3 menunjukkan visualisasi hasil elektroforesis. Hasil dari penelitian ini kemudian dilakukan analisa dengan statistika. Pada perbedaan kadar DNA antara sampel

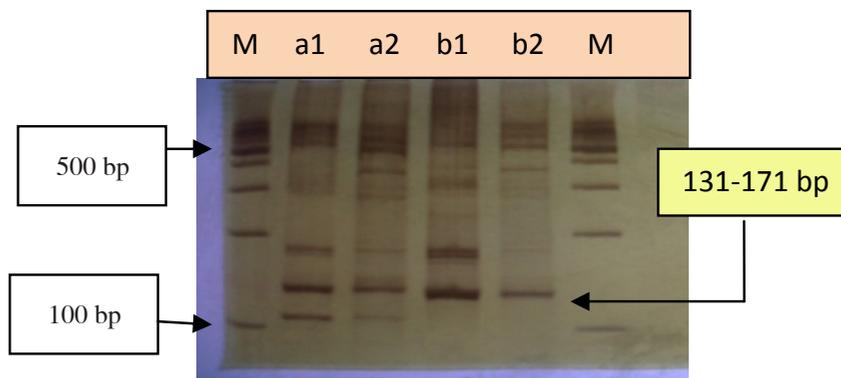
**Tabel 1.** Kadar DNA sampel darah dan *bitemark*

Sampel	Kadar DNA sampel darah (ng/µl)	Kadar DNA sampel <i>bitemark</i> (ng/µl)
Sampel a	3496,5	98,2473
Sampel b	1781,5	48,463
Sampel c	1942,5	31,5835
Sampel d	1204	45,2816
Sampel e	1970,5	39,4686
Rata-rata	2079	52,6088

darah dengan sampel *bite marks* dilakukan *Paired t-test* (Tabel 2). Dari tabel 2 didapatkan hasil  $p < 0,05$  sehingga dikatakan terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar DNA dari sampel darah dengan sampel *bite marks*. Pada hasil elektroforesis di lokus vWA terdapat 1 sampel *bite marks* yang tidak terdeteksi (Tabel 3). Sampel yang tidak terdeteksi ini diuji perbedaan dengan menggunakan *Fisher Exact Probability test* (Tabel 4). Hasil uji = 1,000 lebih besar dari pada  $\alpha = 0,05$ . Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara DNA *bite marks* yang terdeteksi dengan yang tidak terdeteksi. Oleh karena itu metode *Chelex* dinyatakan dapat digunakan untuk identifikasi pada sampel *bite marks*.

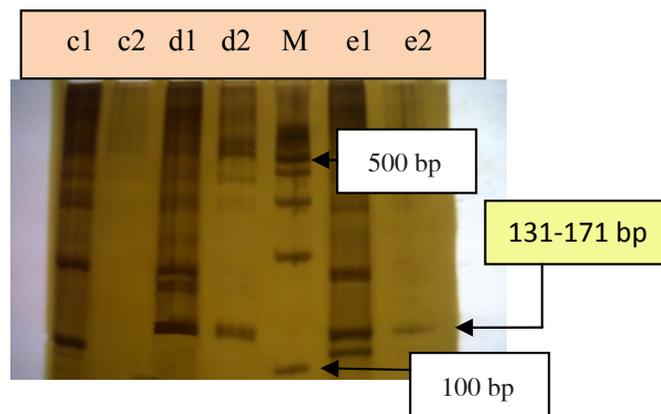
**PEMBAHASAN**

Bukti berupa *bite marks* umumnya diidentifikasi dengan menggunakan teknik standar yaitu membandingkan hasil foto interpretasi dengan model gigi tersangka yang dicurigai meliputi analisa dan pengukuran ukuran, bentuk dan posisi masing-masing gigi,<sup>1</sup> namun hasil identifikasi teknik ini tidak dapat dijadikan satu-satunya dasar identifikasi karena adanya kemiripan bentuk sehingga terjadi beberapa kasus kesalahan identifikasi. Oleh karena itu digunakan cara lain



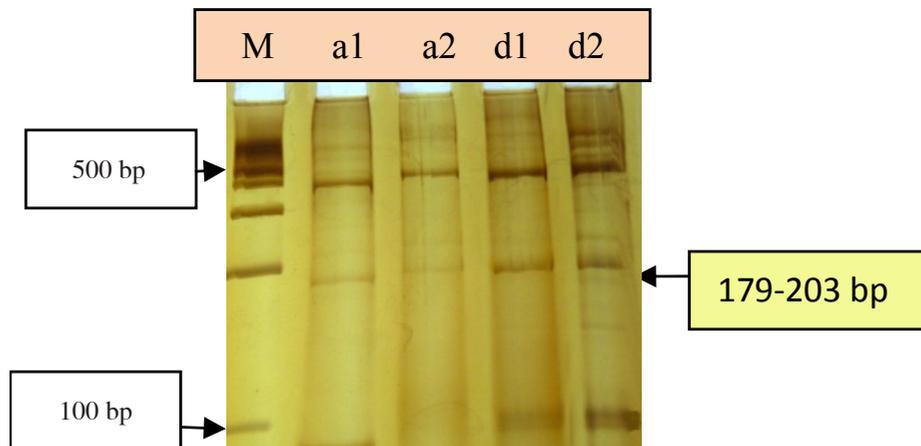
**Gambar 1.** Hasil elektroforesis lokus vWA (sampel 1 dan 2).

Keterangan: M: *Marker Ladder* 100 bp; a1: sampel 1 (darah); a2: sampel 1 (*bite marks*); b1: sampel 2 (darah); b2: sampel 2 (*bite marks*). Pada gambar terlihat semua *band* pada lokus vWA terdeteksi.



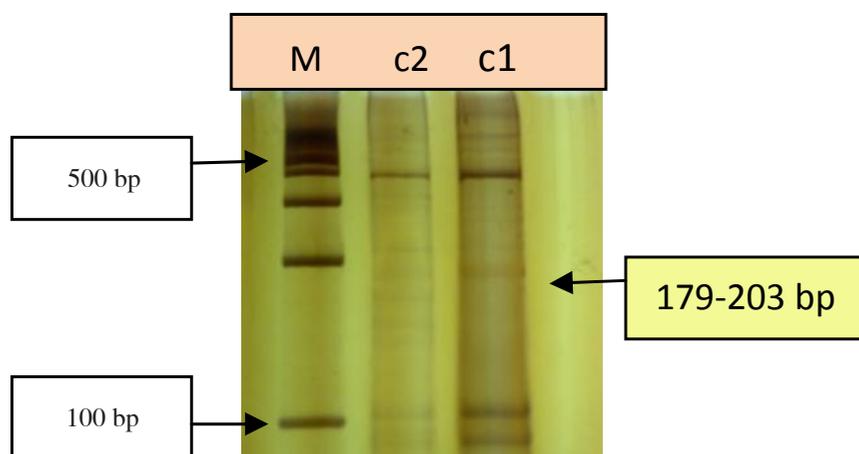
**Gambar 2.** Hasil elektroforesis lokus vWA (sampel 3, 4 dan 5).

Keterangan: M : *Marker Ladder* 100 bp; c1: sampel 3 (darah); c2: sampel 3 (*bite marks*); d1: sampel 4 (darah); d2: sampel 4 (*bite marks*); e1: sampel 5 (darah); e2: sampel 5 (*bite marks*). Pada hasil terlihat *band* lokus vWA pada sampel *bite marks* no. 3 tidak terdeteksi.



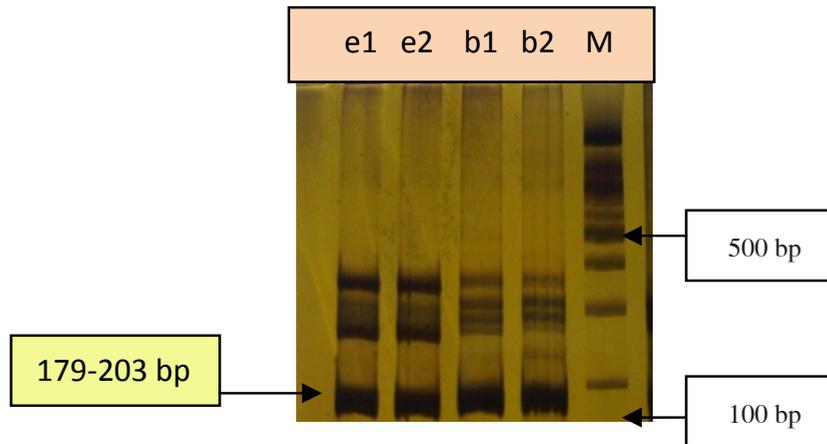
**Gambar 3.** Hasil elektroforesis lokus TH01 pada sampel 1 dan sampel 4.

Keterangan: M : *Marker ladder* 100 bp; a1: sampel 1 (darah); a2: sampel 1 (*bite marks*); d1: sampel 4 (darah); d2: sampel 4 (*bite marks*). Pada hasil terlihat semua *band* lokus TH01 terdeteksi.



**Gambar 4.** Hasil elektroforesis lokus TH01 pada sampel 3.

Keterangan: M : *Marker Ladder* 100 bp, c1: sampel 3 (darah), c2 : sampel 3 (*bite marks*). Pada hasil penelitian semua *band* pada lokus TH01 terdeteksi.



**Gambar 5.** Hasil elektroforesis lokus TH01 pada sampel 5 dan sampel 2.

Keterangan: M : *Marker Ladder* 100 bp; e1: sampel 5 (darah); e2: sampel 5 (*bite marks*); b1: sampel 2 (darah); b2: sampel 2 (*bite marks*). Pada hasil penelitian ini semua *band* pada lokus TH01 terdeteksi.

**Tabel 2.** Hasil uji perbedaan dengan *Paired t-test*

Kelompok	Sig (2-tailed)
DNA darah- bitemark	.001

**Tabel 3.** Hasil ekstraksi DNA metode Chelex pada lokus vWA

	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Total
Sampel darah	5	0	5
Sampel <i>bitemark</i>	4	1	5
Total	9	1	N = 10

**Tabel 4.** Hasil uji *Fisher Exact Probability test*

	Exact Sig (2 sided)
Fisher's Exact Test	1.000

untuk mengidentifikasi yaitu dengan mengekstraksi DNA yang terdapat dalam *bite marks* dengan mengoleksi sampel pada *bite marks* yaitu dengan dilakukan irigasi pada bekas gigitan *nuclease free water*.

Pada *bite marks* pemeriksaan DNA dapat diambil dari saliva, *stain* yang menempel, sisa-sisa epitel mukosa pada saliva dan sebagainya.<sup>2</sup> Hal ini dapat dibuktikan saat melakukan uji kuantifikasi dengan *UV Spechtophotometer* yakni terdapat kandungan DNA dalam sampel *bite marks* yang berdasarkan hasil penelitian memiliki kadar DNA rata-rata 52,61 ng/µl. Selain sampel *bite marks*, sampel darah yang merupakan sampel yang umum digunakan untuk identifikasi DNA dipilih oleh peneliti sebagai pembanding dari sampel *bite marks*. Sampel darah dipilih menjadi sampel penelitian mengingat darah merupakan sumber pemeriksaan yang efektif. Hal ini tidak terlepas dari kondisi darah yang mempunyai kadar DNA rata-rata

sebesar: 20.000-40.000 ng/µl, sehingga sangat efektif digunakan sebagai bahan atau spesimen pemeriksaan DNA di bidang forensik.<sup>9</sup>

Berdasarkan hasil dari penelitian bahwa ekstraksi DNA dengan metode *Chelex* ini dapat digunakan untuk ekstraksi DNA dari sampel *bite marks*. Hasil uji kuantitasi DNA dari sampel darah menunjukkan angka rata-rata 2079 ng/µl sedangkan pada *bite marks* menunjukkan nilai rata-rata 52,61 ng/µl. Hasil ekstraksi dari sampel darah menunjukkan kadar DNA yang cukup tinggi sehingga dapat dikatakan ekstraksi *Chelex* pada sampel darah menunjukkan hasil yang cukup bagus untuk selanjutnya diproses dalam amplifikasi dan dapat diidentifikasi dengan elektroforesis, sedangkan pada hasil *bite marks* menunjukkan angka yang lebih rendah. Adanya perbedaan kadar DNA pada sampel darah dan sampel *bite marks* ini tidak menghalangi proses pemeriksaan DNA selanjutnya, mengingat teknik PCR masih dapat digunakan untuk menganalisis pada beberapa lokus dengan hasil ekstraksi DNA yang berjumlah 1,0 ng, meskipun hasil akhir visualisasi sampel *bite marks* tidak sebagus dari sampel darah.<sup>10</sup>

Metode yang di pasaran banyak dikenal sebagai *Chelex* ®100 dari Bio-Rad Laboratories ini merupakan suspensi dari sebuah *chelating resin* yang dapat ditambahkan secara langsung ke dalam sampel atau bahan pemeriksaan seperti halnya darah, bercak darah, atau sperma.<sup>11</sup> Hal ini mengingat bahwa *Chelex* terdiri dari *styrene divinylbenzene copolymer* yang berisi pasangan *ion-ion iminodiacetate* yang bertindak sebagai *chelating groups*, yang dapat berikatan dengan *ion-ion metal polyvalent* seperti halnya ion Mg<sup>2+</sup> dan Ca<sup>2+</sup>. Dengan diikatnya ion magnesium dari bahan pemeriksaan yang diambil DNAny, maka enzim yang merusak DNA sebagaimana halnya *nuclease* akan mengalami inaktivasi, sehingga molekul DNA dapat terlindungi dan tidak sampai mengalami kerusakan yang berarti.<sup>3</sup> Metode *Chelex* ini sering digunakan pada sampel yang berupa darah pada kasus forensik. Berbagai keuntungan yang dapat diperoleh dari metode ekstraksi

*Chelex* antara lain prosesnya yang lebih cepat, tahapan yang dilakukan lebih sederhana sehingga resiko untuk terkontaminasi karena penggunaan banyak tabung (*sample to sample contamination*) dapat dihindari. Meskipun demikian, metode ekstraksi ini juga tetap memiliki resiko untuk terlarutnya bahan *chelating agent* yang digunakan dalam metode *Chelex*. Bahan *chelating agent* bersifat mengikat ion-ion  $Mg^{2+}$  yang berfungsi sebagai kofaktor dari enzim *taq polymerase* yang sangat diperlukan pada proses amplifikasi PCR. Jika bahan *chelating resin* masih terdapat pada larutan DNA, maka akan mengakibatkan kinerja *taq polymerase* tidak optimal. Selain itu sifat *chelating resin* atau *Chelex* adalah dapat merusak protein atau *protein denaturant*.<sup>12</sup> Padahal enzim *taq polymerase* itu sendiri adalah sejenis protein yang berfungsi sebagai enzim katalis dalam proses PCR. Jika *taq polymerase* mengalami kerusakan yang disebabkan oleh *chelating resin*, maka dapat dipastikan bahwa proses PCR tidak akan dapat berlangsung atau berlangsung kurang optimal. Hal ini ditandai dengan kegagalan proses elektroforesis, yakni tidak munculnya gambaran *band* atau pita dari DNA yang telah digandakan tersebut.

Pada penelitian ini digunakan beberapa lokus STR untuk pemeriksaan yaitu lokus TH01 dan lokus vWA. Dari hasil elektroforesis yang didapatkan pada kedua lokus ini tidak ada perbedaan yang berarti dari ketebalan *band*. Kedua lokus ini termasuk lokus yang memiliki tingkat mutasi rendah sehingga hasil identifikasi DNA juga lebih akurat. Pada lokus TH01 seluruh sampel terdeteksi, baik pada sampel dari darah maupun dari *bite marks*, sedangkan pada lokus VWA dari ekstraksi DNA *bite marks* terdapat 4 sampel terdeteksi sedangkan 1 sampel tidak terdeteksi *band* pada elektroforesis yaitu pada sampel *bite marks* nomer 3. Pada sampel ini didapatkan kadar DNA dari ekstraksi *bite marks* sebesar 31,58 ng/μl yang menunjukkan bahwa pada *bite marks* tersebut terdapat DNA, namun DNA ini tidak terdeteksi pada elektroforesis. Faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya hal ini antara lain yaitu ikut terlarutnya bahan *chelating resin* pada saat mengambil *supernatant* hasil ekstraksi sehingga PCR tidak berjalan efektif akibatnya *band* yang muncul pada elektroforesis sangat tipis bahkan boleh dikatakan tidak terdeteksi. Kualitas dari sampel *bite marks* sendiri yang telah mengalami penyimpanan selama 1 hari tidak berpengaruh pada tidak terdeteksinya *band* di elektroforesis. Hal ini dapat diketahui berdasarkan hasil penelitian Anthonappa *et al* yang menyatakan bahwa sampel *saliva* dapat disimpan dalam suhu 37°C sampai 18 bulan tanpa mengalami penurunan kualitas dan kemampuannya untuk dianalisa.<sup>13</sup> Adanya perbedaan hasil elektroforesis terdeteksi dengan

tidak terdeteksi antara lokus TH01 dan lokus vWA bukan merupakan suatu perbandingan antara lokus yang lebih baik dengan yang tidak karena keduanya merupakan alat untuk pemeriksaan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstraksi DNA *Chelex* dapat digunakan pada sampel *bite marks* yang kadar DNA nya lebih sedikit dibandingkan dengan darah. Hal ini sesuai pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sweet *et al*.<sup>15</sup> yang juga mendapatkan hasil dari ekstraksi pada sampel *bite marks* dengan metode *Chelex*. Hasil elektroforesis yang didapatkan dari 5 sampel pada lokus yang sama didapatkan 4 sampel yang terdeteksi baik dari sampel darah maupun sampel *bite marks*, dengan kata lain ekstraksi *Chelex* ini dinyatakan berhasil untuk mendeteksi DNA dari *bite marks* untuk proses identifikasi pada kasus forensik.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. van der Velden A, Spiessens M, Willems G. Bite mark analysis and comparison using image perception technology. *J Forensic Odontostomatol* 2006; 24(1): 14-7.
2. Kennedy D. Forensic dentistry and microbial analysis of bite marks. New Zealand: University of Otago; 2011. p. 6-15.
3. Butler JM. Short tandem repeat analysis for human identity testing. *STR Typing current protocols in human genetic unit*. New York: Elsevier Academic Press; 2005. p. 1-37.
4. Butler JM. Forensic DNA typing. United Kingdom: Elsevier Academic Press; 2001. p. 13-55.
5. Butler JM. Genetics and genomics of core short tandem repeat loci used in human identity testing. *J Forensic Sci* 2006; 51(2): 253-65.
6. Fatchiyah, Esti LA, Sri W, Sri R. Biologi molekular- prinsip dasar analisis. Jakarta: Erlangga; 2011. h. 34-55, 115-26.
7. Promega corporation. Technical Manual- GenePrint® STR Systems (Silver stain Detection). US; 2010. p. 5-18.
8. Budiarto E. Biostatistika untuk kedokteran dan kesehatan masyarakat. Jakarta: EGC; 2002. h. 261.
9. Butler JM. Fundamentals of forensic DNA typing. Elsevier Academic Press; 2010. p. 63, 101.
10. Frégeau CJ, Fourney RM. DNA typing with fluorescently tagged short tandem repeats: a sensitive and accurate approach to human identification. *Biotechniques* 1993; 15(1): 100-19.
11. Walsh PS, Metzger D, Higuchi R. *Chelex*100 as a medium for simple extraction of DNA for PCR based typing from forensic material. *Biotechniques* 1991; 15: 506-13.
12. Schiffner LA, Bajda EJ, Prinz M, Sebestyen J, Shaler R, Caragine TA. Optimization of a simple, automatable extraction method to recover sufficient DNA from low copy number DNA samples for generation of short tandem repeat profiles. *Croat Med J* 2005; 46(5): 847.
13. Anthonappa RP, King NM, Rabie AB. Evaluation of the long-term storage stability of saliva as a source of human DNA. *Clin Oral Investig* 2013; 17(7): 1719-25.
14. Sweet D, Lorente M, Lorente JA, Valenzuela A, Villanueva E. An improved method to recover saliva from human skin: the double swab technique. *J Forensic Sci* 1997; 42(2): 320-2.