



## Pola Fraktur Kraniomaksilofasial Akibat Trauma Tumpul Terkait Identifikasi Forensik

### Pattern of Craniomaxillofacial Fracture due to Blunt Trauma Related to Forensic Identification

Andi N. S. T. Meilana,<sup>1,2</sup> Elza I. Auerkari,<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Divisi Forensik Odontologi Departemen Biologi Oral Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Biologi Oral Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia  
Email: [elza.ibrahim@ui.ac.id](mailto:elza.ibrahim@ui.ac.id)

*Received: January 30, 2024; Accepted: August 19, 2024; Published online: August 22, 2024*

**Abstract:** Blunt trauma has high morbidity and mortality rates worldwide. Traffic accidents, assaults or fights, falls, and accidents during sports are the leading cause of this trauma. The head and face areas are frequently the targets of blunt force attacks, and fatal cases are often attributed to trauma to these areas. The magnitude of the velocity and the surface area of the blunt object will produce different oral craniofacial fracture patterns. This study aimed to obtain the pattern of craniomaxillofacial fracture patterns caused by blunt trauma and their relationship to various forensic cases. Craniomaxillofacial fractures divided into cranial, maxillofacial, and mandibular fractures are series of injuries resulting from blunt trauma that may present alone or in a combination of the three of them. This is due to the proximity of the anatomy of these three types of bones. Fracture patterns can be present around the trauma, and can also present far from the trauma area since the trauma will be directly transmitted to areas with lowest weak point. By knowing a fracture pattern, various forensic problems can be solved.

**Keywords:** blunt trauma; fracture pattern; craniomaxillofacial fracture; forensic cases

**Abstrak:** Trauma tumpul memiliki tingkat morbiditas dan mortalitas yang cukup tinggi di dunia. Kecelakaan lalu lintas, perkelahian, Tindakan kekerasan, jatuh, serta kecelakaan saat berolahraga merupakan faktor-faktor utama penyebab jenis trauma ini. Area kepala dan wajah merupakan area yang paling sering menjadi target serangan benda tumpul, dan beberapa kasus fatal sering ditemukan akibat trauma pada daerah tersebut. Bentuk dan luas permukaan benda tumpul serta kecepatan hantaman akan menghasilkan pola fraktur kraniomaksilofasial yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pola fraktur kraniomaksilofasial akibat trauma tumpul dan hubungannya pada berbagai kasus forensik. Fraktur kraniomaksilofasial yang terbagi atas fraktur kranial, maksilofasial, dan mandibula merupakan serangkaian cedera akibat trauma tumpul yang dapat hadir sendiri ataupun kombinasi ketiganya. Hal ini dikarenakan kedekatan anatomi dari ketiga jenis tulang ini. Pola fraktur dapat hadir di sekitar trauma, dan juga dapat hadir jauh dari area trauma. Hal ini dikarenakan dampak dari trauma akan langsung diteruskan ke daerah yang memiliki titik lemah paling rendah. Dengan mengetahui suatu pola fraktur maka berbagai masalah forensik dapat terpecahkan seperti merekonstruksi suatu kejadian, identifikasi jenis senjata, serta membantu proses pengadilan.

**Kata kunci:** trauma tumpul; pola fraktur; fraktur kraniomaksilofasial; kasus forensik

## PENDAHULUAN

Luka atau trauma merupakan kerusakan pada bagian tubuh akibat adanya kekuatan mekanik. Pada dasarnya, tubuh akan menyerap kekuatan atau tekanan berdasarkan ketahanan dan elastisitas jaringan ataupun kekakuan dari tulang. Ketika intensitas gaya yang diberi melebihi kemampuan jaringan untuk beradaptasi atau menahan tekanan maka terjadilah trauma.<sup>1</sup> Trauma merupakan penyebab utama morbiditas dan mortalitas pada individu berusia di bawah 35 tahun dan menjadi penyebab kematian keenam di seluruh dunia. Mayoritas cedera fatal disebabkan oleh trauma tumpul.<sup>2</sup> Area kepala, wajah dan rahang (*craniomaxillofacial*) sering menjadi target serangan trauma tumpul. Ahli patologi forensik menyebutkan trauma benda tumpul merupakan cedera yang paling umum ditemukan dalam otopsi dan fraktur pada area tengkorak merupakan yang paling sering menjadi penyebab utama kematian.<sup>3</sup>

Saat penyelidikan kasus trauma tumpul seperti fraktur tulang tengkorak perlu diperhatikan bahwa kerusakan dapat terjadi secara lokalisasi (dekat dari titik dampak) dan dapat terjadi jauh dari titik dampak. Sebagai contoh, trauma pada wajah sering dikaitkan dengan cedera daerah intra kranial, dan trauma pada rahang bawah dapat berdampak pada area wajah bagian atas dan kranial.<sup>3,4</sup> Karakteristik trauma ini bergantung pada sifat dan bentuk senjata, jumlah energi, jaringan yang terlibat/terdampak, serta kondisi khas individu.<sup>1,3</sup> Dengan mengetahui pola fraktur akibat trauma tumpul maka dapat dijelaskan suatu kejadian, identifikasi jenis senjata, hingga membantu proses hukum peradilan. Berdasarkan latar belakang ini, maka paa *review* ini dibahas manifestasi, mekanisme, hingga berbagai pola fraktur oralkraniofasial akibat trauma tumpul.

## METODE PENELITIAN

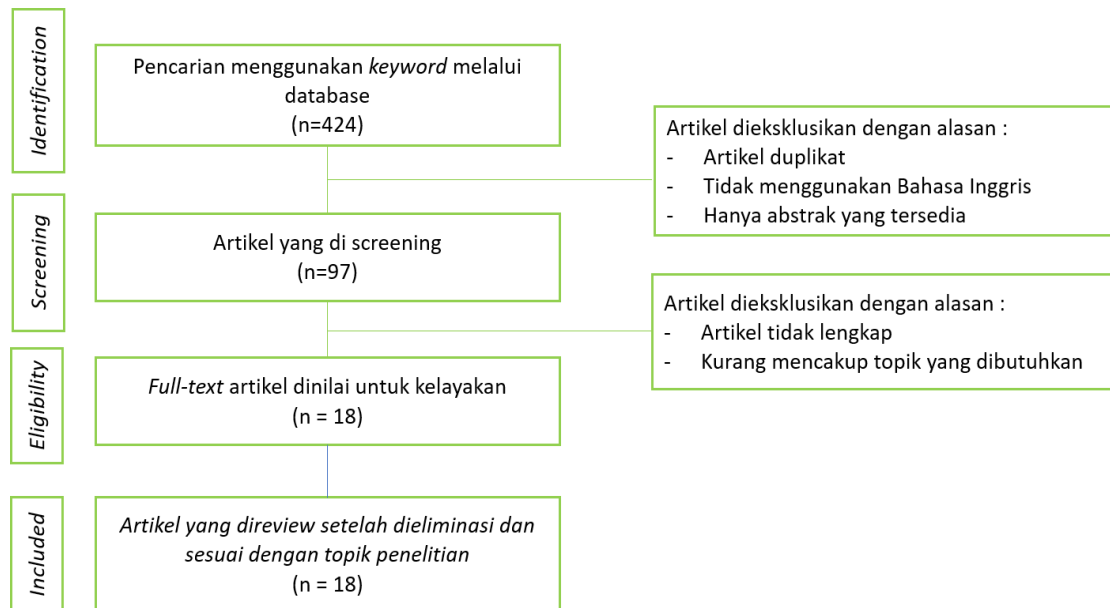
Penelitian ini menggunakan metode *literatur review* berdasarkan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*). Pencarian dan pengumpulan artikel dari berbagai database seperti *Pubmed*, *Cochrane*, *Scholar* terkait pola fraktur akibat trauma benda tumpul dan penerapannya dalam berbagai kasus forensik, kemudian dianalisis dan dipilih sesuai dengan kriteria artikel. Pencarian artikel menggunakan beberapa kata kunci seperti '*fracture pattern*' or '*craniomaxillofacial fracture*' or '*mandible fracture*' or '*cranial fracture pattern*' and '*blunt trauma*' and '*forensic*' and '*criminal case*'. Artikel yang dipilih harus berkaitan dengan topik yang dicari, tersedia secara *full text* dalam bahasa Inggris, dan artikel dalam 10 tahun terakhir. Artikel yang tidak bertujuan untuk forensik, *full-text* tidak tersedia, dieksklusikan. Setelah melakukan tahapan penyaringan maka diperoleh 18 artikel yang digunakan sebagai acuan dalam penulisan literatur review ini. Tahapan identifikasi artikel dirangkum dalam Gambar 1 (diagram PRISMA/*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*). Setelah membaca abstrak dan *full-text* pada 18 artikel yang telah dipilih, dilakukan analisis berbagai pola fraktur kraniomaksilofasial terkait dengan kasus forensik dan dijelaskan pada Bahasan hingga Simpulan.

## BAHASAN

### Manifestasi Akibat Trauma Tumpul

Manifestasi pada kulit atau tubuh akibat trauma benda tumpul bergantung pada kekuatan dan sifat dampaknya. Manifestasi tersebut terdiri dari abrasi (luka lecet), kontusio (memar), laserasi (luka robek), dan dalam intensitas tertentu manifestasi lain yang dapat hadir yaitu fraktur. Abrasi terjadi akibat pengikisan oleh tekanan dan gerakan yang terjadi secara bersamaan, biasanya hanya mencakup daerah superficial kulit (epidermis). Kontusio terjadi ketika benturan benda tumpul dengan kekuatan bermakna sehingga mampu memecahkan kapiler pembuluh darah di bawah permukaan kulit sementara kulit tetap utuh. Laserasi merupakan dampak dari benda tumpul dengan kekuatan yang bermakna untuk merobek kulit, dan biasanya meninggalkan jaringan subkutan yang menjembatani luka. Fraktur dapat terjadi dengan atau tanpa adanya cedera eksternal.<sup>1,5</sup>

Laserasi dapat ditemukan bersamaan dengan abrasi, memar dan fraktur, lesi multipel bahkan *triple* sangat umum terjadi. Benda/senjata yang sama dapat menyebabkan abrasi pada satu pukulan,



**Gambar 1.** PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*) Flow Diagram

memar pada pukulan kedua, dan laserasi pada pukulan berikutnya. Bahkan satu hantaman tumpul dapat menyebabkan produksi ketiga jenis lesi. Dilihat dari sisi medikolegal, keempat manifestasi ini sangat berguna di mata hukum. Sebagai contoh, meski abrasi terlihat sepele yang hanya melibatkan bagian superfisial kulit, namun hal ini mungkin merupakan satu-satunya tanda eksternal yang tampak. Lokasi dan penyebarannya dapat menunjukkan suatu sifat kejahatan, kehadiran beberapa bahan seperti lumpur, pasir, atau debu dapat menjelaskan lokasi dan sifat permukaan suatu kejadian. Memar merupakan bukti penerapan kekuatan tumpul dan biasanya ditemukan pada kasus kecelakaan, kekerasan, dan pembunuhan. Memar pada organ vital dapat menentukan apakah sebuah kasus merupakan kriminal atau bukan, dan memar berpola dapat menjadi sebuah petunjuk yang sangat penting. Dari berbagai manifestasi yang dapat hadir akibat trauma tumpul, fraktur merupakan salah satu manifestasi yang signifikan dalam membantu dalam tujuan forensik. Dari aspek forensik, penting untuk mengetahui pola fraktur akibat trauma tumpul karena dapat menjelaskan suatu kejadian, mengidentifikasi jenis senjata yang digunakan, bahkan dapat digunakan sebagai alat bukti dalam menentukan hukuman pada kasus perkelahian/kekerasan.<sup>3,6</sup>

### Fraktur Kraniomaksilofasial

Secara skeletal, trauma benda tumpul terlihat sebagai pola fraktur yang luas, tergantung pada properti biomekanik dari jaringan tulang dan tekanannya. Morfologi, mineralisasi, dan densitas tulang juga merupakan faktor yang memengaruhi kejadian fraktur ini. Studi epidemiologi oleh Khallaf dan Shahine<sup>6</sup> melaporkan bahwa trauma kraniomaksilofasial akibat trauma tumpul paling sering ditemukan pada pria dibanding wanita dengan perbandingan 7:1. Fraktur kraniomaksilofasial merupakan fraktur pada skeletal wajah, tulang dentoalveolar, dasar tengkorak dan bagian lain yang terkait dalam daerah kepala dan leher. Secara garis besar, terbagi atas tiga cakupan yaitu fraktur kranial, fraktur maksilofasial (wajah), dan fraktur mandibula. Fraktur pada area ini berada pada peningkatan risiko terjadinya cedera kepala traumatik yang dapat menyebabkan kerusakan fatal pada otak bahkan kematian. Jenis fraktur ini merupakan salah satu yang paling sering dikaitkan dengan trauma tumpul baik akibat pertengkaran, kecelakaan kendaraan, trauma akibat aktifitas olahraga, cedera akibat kerja, dan jatuh. Penyebab trauma tumpul yang paling sering mengakibatkan cedera pada area tersebut yaitu kecelakaan lalu lintas, jatuh, dan perkelahian.<sup>6</sup>

Area kepala, wajah, dan rahang sering menjadi target serangan trauma tumpul. Karena kedekatan anatomi tulang-tulang ini, fraktur dapat saling berdampak satu sama lain. Penting diketahui ketika melakukan penyelidikan kasus trauma tumpul khususnya fraktur kraniomaksilo-

fasial bahwa kerusakan dapat berlokalisasi yaitu dekat dari titik dampak (cedera langsung) namun kerusakan dapat pula terjadi jauh dari titik dampak (cedera tidak langsung). Biasanya, cedera langsung ditemukan pada sebagian besar kasus fraktur tulang tengkorak, sedangkan cedera tidak langsung terjadi pada area yang paling lemah dalam jalur hantaman, oleh karenanya fraktur yang ditemukan jauh dari hantaman awal. Dalam pemeriksaannya, berbagai metode perabaan dan pemeriksaan radiografik perlu dilakukan.<sup>3,6,7</sup>

### **Fraktur Kranial**

*World Health Organization* (WHO) menyebutkan 1,2 juta orang meninggal akibat trauma tulang tengkorak terkait kecelakaan lalu lintas. Simon et al<sup>2</sup> dalam *Blunt force trauma* menyebutkan bahwa trauma kepala dan kehabisan darah merupakan penyebab kematian awal yang paling umum akibat trauma benda tumpul. Ketika tengkorak menerima benturan tertentu akibat benda tumpul, maka akan terjadi distorsi sesaat. Pada bayi atau anak tengkorak lebih lentur dan fleksibel, sedangkan pada orang dewasa lebih kaku sehingga mekanisme fraktur juga bergantung pada usia korban. Setelah distorsi terjadi, area di bawah benturan akan menekuk kedalam dan berubah bentuk. Ketika tengkorak berubah bentuk maka kompresi terjadi pada area cekungan tulang. Pada saat distorsi tulang melebihi batas elastisitasnya, maka terjadi fraktur. Fraktur akan terus meluas apabila tekanan pada kranial terus menerus diberikan. Fraktur mungkin dapat terjadi jauh dari area benturan atau mungkin meluas dari area dampak atau bahkan jauh dari jarak lokasi benturan.<sup>2,5,7</sup> Fraktur pada tulang kranial memiliki beberapa pola tertentu, di antaranya ialah: fraktur linear, fraktur diastatik, fraktur *depressed*, dan fraktur stelata. Pada fraktur linear, pola fraktur dapat melalui beberapa jenis tulang kranial (contoh: fraktur yang berjalan dari tulang sfenoidal melalui tulang parietal hingga ke tulang osipital). Fraktur diastatik berlokasi pada sutura, meskipun mungkin merupakan perluasan dari fraktur linear. Fraktur *depressed* memiliki lokalisasi yang terjadi hanya pada area tekanan. Fraktur stelata merupakan hasil dari lekukan pada kranial dan terkait dengan fraktur *depressed*.<sup>7</sup>

Studi eksperimental yang dilakukan oleh Isa et al<sup>8</sup> menggunakan tiga bentuk benda tumpul dengan luas permukaan berbeda kemudian pola fraktur kranial yang dihasilkan diamati dan pada hasilnya secara bermakna didapatkan pola fraktur berbeda. Ketiga bentuk benda tumpul yang dipilih ialah benda tumpul yang sering terlibat dalam kasus forensik. Bentuk dan ukuran disimulasikan sebagai benda tumpul permukaan rata yaitu batu bata; benda tumpul permukaan bulat sebagai tongkat *baseball*; dan benda tumpul permukaan kecil sebagai palu. Fraktur dipengaruhi terkait besarnya tekanan, permukaan benda, serta durasi atau frekuensi hantaman. Material yang digunakan berupa logam dengan massa yang kurang lebih serupa. Empat kali hantaman dilakukan pada *mid-parietal* kranial dengan menggunakan masing-masing alat tumpul yang telah disiapkan dengan tujuan untuk melihat mekanisme fraktur dan bagaimana penyebarannya. Hantaman dengan benda permukaan kecil yang disimulasikan sebagai palu memiliki permukaan tumbukan yang lebih terfokus dan area kontak terkecil dibanding lainnya. Empat dari empat pengujian yang dilakukan menghasilkan fraktur pada tulang parietal, dan tiga dari empat pengujian menunjukkan fraktur pada tulang temporal. Hampir semua jenis fraktur yang dijumpai ialah jenis fraktur depresi yang melingkar di sekitar tekanan yang diberikan, dan pola fraktur ini hanya diamati pada eksperimen dengan menggunakan palu. Hal ini disebabkan ukurannya yang kecil mengakibatkan tekanan lebih terfokus dan menghasilkan fraktur di sekitar tekanan yang diberikan. Pengujian pertama menghasilkan fraktur depresi dangkal yang dimulai pada inferior temporal menyebar ke arah *point of impact* (POI). Pengujian kedua terlihat fraktur telah mengelilingi POI dan kemudian meluas ke anterior (sutura koronal). Pengujian ketiga alat mulai menembus tulang di sekitar tumbukan. Terakhir, fraktur terlihat meluas ke arah anterior. Pada pengamatannya, dua pengujian terakhir dengan palu menunjukkan pola fraktur linier terjadi lebih dulu pada perifer kemudian menyebar menuju ke POI. Urutan terjadinya fraktur ini kontras dengan pernyataan yang mengatakan bahwa fraktur hanya akan mulai terjadi dari POI.<sup>8</sup>

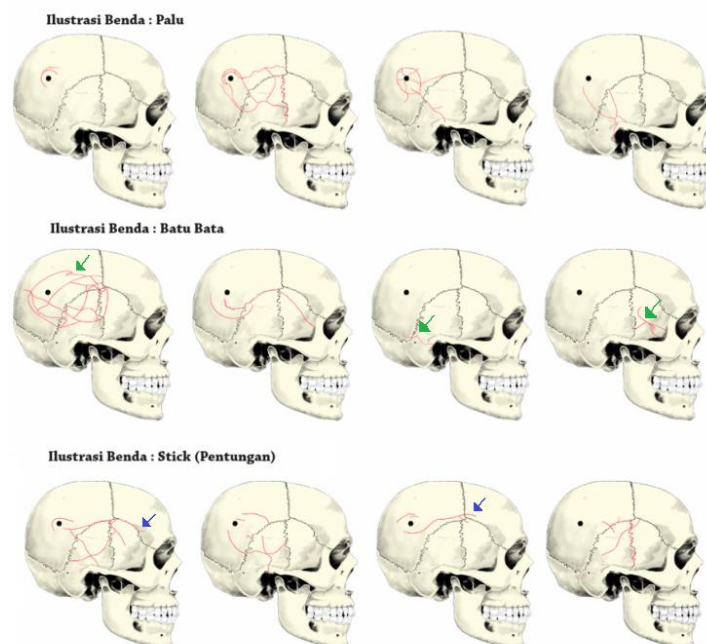
Benda tumpul permukaan rata (batu bata) dengan permukaan benda tumpulnya yang lebar

sehingga senjata ini menghasilkan pola fraktur yang luas. Tiga dari empat pengujian terjadi fraktur parietal, tiga dari empat fraktur pada tulang sfenoid, dan tiga dari empat pengujian fraktur tulang temporal. Hampir semua pengujian menghasilkan fraktur multipel pada tulang tengkorak. Pengujian pertama menghasilkan fraktur luas yang berfragmentasi (*comminuted fracture*) pada area POI. Pengujian kedua menghasilkan fraktur *curvilinear* sepanjang sisi posteroinferior POI. Berbeda dengan dua pengujian pertama, dua pengujian terakhir dengan alat ini menunjukkan pola fraktur yang jauh dari POI tanpa adanya cedera disekitar POI (Gambar 2, panah hijau). Hal ini menyimpulkan bahwa asumsi terdahulu terkait fraktur tulang tengkorak hanya terjadi mulai dari titik tekanan diberikan salah. Permukaan yang menghasilkan area kontak yang luas dapat menghasilkan fraktur yang lebih luas karena menghasilkan keadaan stres yang lebih tinggi di area yang jauh dari titik hantaman.<sup>8</sup>

Benda tumpul permukaan bulat (pentungan) menunjukkan bahwa dari ketiga bentuk benda tumpul yang digunakan, jenis benda inilah yang merupakan satu-satunya senjata yang menghasilkan fraktur hingga ke tulang frontal (Gambar 2, panah biru). Dari hasil empat dari empat pengujian terjadi fraktur pada tulang parietal, tiga dari empat fraktur pada tulang temporal, dan dua dari empat fraktur terjadi pada tulang frontal. Fraktur mengelilingi lokasi tumbukan dengan arah fraktur berbeda dan pola fraktur bervariasi. Tipe pola fraktur ini yaitu fraktur linier. Salah satu pengujian menghasilkan retakan di dua lokasi secara bersamaan. Fraktur pertama terjadi dari tengah tulang temporal menuju POI, namun pada saat yang sama, fraktur linier pada POI menuju ke anterior tulang frontal pun juga terjadi. Berbeda dengan pola fraktur yang cukup teratur yang dihasilkan oleh palu, pola fraktur dengan jenis alat ini menyebar ke berbagai arah parietal, temporal, dan sfenoid. Pada dua pengujian spesimen ini menunjukkan meski fraktur cukup menyebar, namun sebenarnya fraktur terjadi jauh dari lokasi POI.<sup>8</sup>

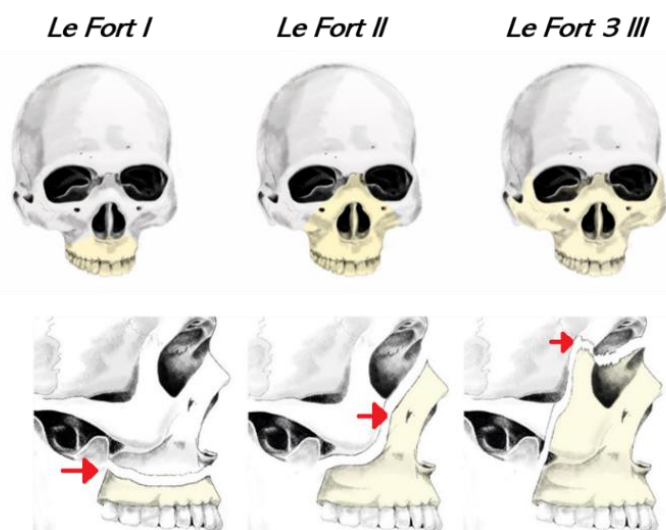
### Fraktur Maksilofasial

Secara global, jatuh dan kekerasan merupakan penyebab utama fraktur maksilofasial. Dalam studi epidemiologi fraktur maksilofasial, pada tahun 2017, diperkirakan terdapat 7,5 juta kasus baru dengan 1,8 juta orang yang hidup dengan cacat akibat fraktur maksilofasial.<sup>9</sup>



**Gambar 2.** Pola fraktur kranial akibat trauma tumpul dengan ilustrasi berbagai jenis benda dengan pengujian empat kali pemberian hantaman. Titik hitam merupakan lokasi hantaman yang diberikan; garis merah merupakan pola fraktur. Sumber: Isa et al, 2019<sup>8</sup> (*modified*)

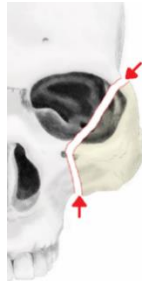
Kebanyakan pasien dengan cedera maksilofasial ialah pria (56,8-92,8%) dengan usia rerata sekitar 26,4-51,0 tahun. Penyebab paling umum terjadinya cedera maksilofasial ialah kasus penyerangan, kecelakaan lalu lintas, dan jatuh. Pada pasien yang membutuhkan tindakan bedah, mandibula, maksila dan tulang orbit merupakan satu kesatuan yang paling sering mengalami fraktur. Dalam penanganannya, pemeriksaan radiografik merupakan hal yang harus dilakukan.<sup>10</sup> Sekitar pergantian abad 19 ke 20, Rene Le Fort melakukan serangkaian percobaan menggunakan mayat manusia untuk mempelajari fraktur maksilofasial yang diakibatkan oleh trauma tumpul. Berbagai kekuatan diterapkan, termasuk memukul bagian tengah wajah dengan tongkat *baseball*, dan memukulkan area tengah wajah ke meja. Pada penelitian ditentukan area kelemahan struktural rahang atas dimana fraktur terjadi dan kemudian mengklasifikasikannya ke dalam cedera Le Fort yang dibedakan atas Le fort I, II, dan III. Pola fraktur dapat dihasilkan dan diperkirakan, tergantung pada lokasi benturan pada bagian tengah wajah.<sup>11</sup> Cedera Le fort I (fraktur intermaksilaris) ialah tipe fraktur yang memisahkan rahang atas dan tulang wajah lainnya (Gambar 3, Le Fort I). Fraktur ini diakibatkan oleh adanya hantaman langsung ke wajah bagian bawah. Gaya langsung diarahkan ke bawah terhadap gigi maksila. Secara klinis, akan ditemukan bibir atas bengkak, maloklusi *openbite* anterior, ekimosis vestibulum bukal dan palatum maksila, mobilitas maksila, maksila bebas dari tulang wajah (*floating jaw*), bisa unilateral ataupun bilateral. Cedera Le fort II (fraktur piramidal) terjadi akibat trauma tumpul pada wajah bagian tengah. Pemberian warna kuning pada tengkorak menunjukkan adanya fraktur berbentuk piramidal dan melewati *nasal bridge* (Gambar 3, Le Fort II). Secara klinis biasanya ditemukan mobilitas maksila dan hidung sebagai segmen gabungan. Deformitas dan pembengkakan yang bermakna, edema periorbital bilateral dan *raccoon eyes* (ekimosis), serta *openbite* anterior. Pada Le Fort III didapatkan pemisahan kranial-fasial. Garis fraktur berjalan dari daerah nasofrontal melintasi dinding orbital medial, posterior, lateral, dan arkus zigomatikus yang disebabkan benturan pada jembatan hidung bagian atas dan maksila. Secara klinis, ditemukan adanya edema periorbital bilateral (*raccoon eyes*), ekimosis vestibulum bukal, palatum, pemanjangan ketinggian wajah dan wajah datar, dan mobilisasi terkait maksila, hidung dan zygoma (Gambar 3, Le Fort III).<sup>12,13</sup> Selain itu, kecepatan hantaman dikaitkan dengan jenis dan tingkat keparahan fraktur Le Fort. Kecepatan rendah yang didefinisikan sebagai trauma tumpul akibat jatuh dari posisi tegak bertanggung jawab terhadap 56% fraktur Le Fort I. Kecepatan tinggi yang didefinisikan sebagai trauma tumpul akibat jatuh dari lantai satu/berkecepatan tinggi berkaitan erat dengan insidensi fraktur Le Fort II dan III. Fraktur Le Fort lebih dari tingkatan ini juga terkait dengan peningkatan frekuensi cedera kepala dan leher secara bersamaan, biasanya melibatkan patah tulang tengkorak (40,7%) dan cedera tulang belakang (5,4%).<sup>12</sup>



**Gambar 3.** Fraktur Le Fort. Pemberian warna kuning merupakan ilustrasi anatomi fraktur pada wajah berdasarkan klasifikasi Le Fort. Sumber: Philips dan Turco, 2017<sup>12</sup> (*modified*)



Selain fraktur Le fort, fraktur tripod (Rogers 1992) juga merupakan tipe fraktur yang sering ditemukan akibat trauma tumpul, yang merupakan pemisahan tulang zygoma pada tiga titik. Fraktur ini biasanya terjadi pada arkus zigomatikus, sutura zigomatikus frontal, dan pada tepi orbital inferior medial sutura *zygomaticomaxillary* (Gambar 4), yang merupakan hasil pukulan di atas *malar eminence* dengan arah pukulan lebih ke posterior, di atas arkus zigomatikus.<sup>7</sup>



**Gambar 4.** Fraktur tripod. Panah merah menunjukkan fraktur tripod pada tulang zygoma dengan pemisahan tulang zygoma pada tiga titik. Sumber: Wedel dan Galloway, 2013<sup>7</sup> (*modified*)

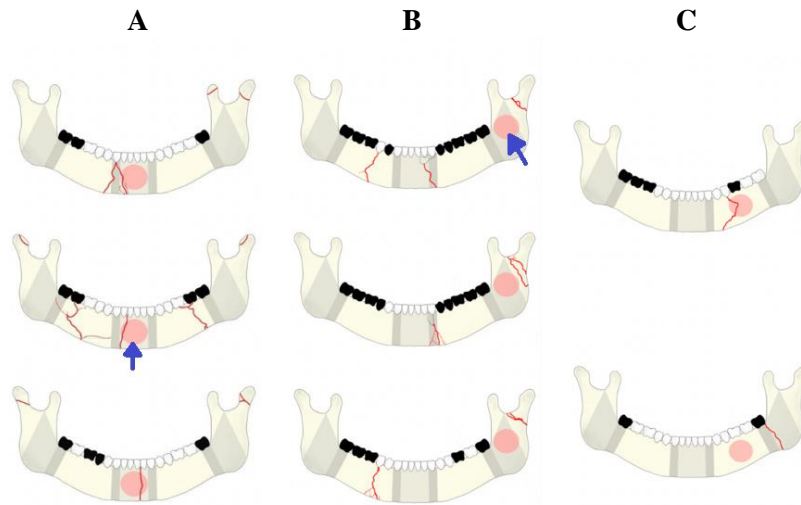
### **Fraktur Mandibula**

Cedera kranial yang sering disertai dengan fraktur mandibula yaitu fraktur maksilofasial, pertama atau kedua yang paling sering terjadi akibat trauma tumpul. Dua penyebab yang paling umum yaitu akibat penyerangan dan kecelakaan lalu lintas. Sabuk pengaman, dan *air bag* berkontribusi pada penurunan fraktur mandibula akibat kecelakaan lalu lintas dalam beberapa tahun terakhir; hal ini mungkin dapat menjelaskan mengapa penyerangan menjadi lebih umum menjadi penyebab fraktur ini.<sup>14</sup> Fraktur mandibula diklasifikasikan berdasarkan lokasi, di antaranya fraktur pada disimfisis dan parasimfisis, korpus mandibula, sudut mandibula, ramus mandibula, tulang kondilus, dan koronoideus. Fraktur paling umum ialah fraktur pada kondilus, korpus mandibula, sudut mandibula, kemudian fraktur simfisis. Fraktur pada ramus dan koronoideus lebih jarang ditemukan.<sup>15</sup>

Beberapa studi telah melaporkan variabilitas yang cukup besar antara trauma pada area kraniomaksilofasial terkait jenis kelamin, usia, penyebab, serta pola cedera yang dihasilkan. Dalam studi Imahara et al dan Costa et al dilaporkan bahwa fraktur maksila, mandibula dan tulang alveolar paling umum ditemukan pada anak dan remaja. Grunwaldt melaporkan fraktur orbital merupakan jenis fraktur yang paling umum pada semua kelompok usia.<sup>16</sup> Pada anak, fraktur kondilus merupakan yang paling umum terjadi. Simfisis dan sudut mandibula jarang mengalami cedera akibat perkembangan mandibula yang belum sempurna. Anak laki-laki dari segala usia lebih rentan terhadap fraktur mandibula dibanding anak perempuan akibat ketahanan tulang, dan ukuran rahang yang lebih kecil.<sup>7</sup> Mayoritas fraktur mandibula pada orang dewasa di Amerika Serikat yaitu terkait pada kasus kekerasan antar pribadi, dan lebih sering pada pria berusia 18-24 tahun. Pada pria insiden fraktur mandibula empat kali lebih tinggi daripada wanita.<sup>17</sup>

Studi Goots et al<sup>14</sup> mendapatkan data terkait titik-titik hantaman pada mandibula dengan pola fraktur yang dihasilkan. Pada penelitian tersebut diberikan hantaman pada lima titik mandibula yaitu pada ramus, *posterior body*, *mid body*, *anterior body*, dan *mid line*. Dari studi ini didapatkan bahwa setiap hantaman yang diberikan pada mandibula menghasilkan fraktur pada lokasi hantaman atau berdekatan dengan lokasi hantaman. Secara keseluruhan, regio mandibula yang paling banyak mengalami fraktur ialah korpus mandibula, disusul daerah kondilus, simfisis, dan angulus mandibula, sedangkan pada bagian koronoid hanya satu fraktur yang diamati. Hantaman yang diberikan pada ramus dan area *midline* menghasilkan fraktur yang lebih banyak dibanding pada area korpus mandibula (Gambar 5, panah biru). Ketika fraktur tunggal mandibula ditemukan, maka lokasi fraktur mungkin akan mencerminkan dimana lokasi benturan terjadi, namun ketika fraktur mandibula yang ditemukan lebih dari satu, maka sulit untuk menentukan

dari mana tepatnya arah hantaman terjadi. Hal ini dikarenakan kombinasi lokasi fraktur tidak dapat menjelaskan lokasi hantaman. Khususnya pada studi tersebut semua hantaman pada area *midline* dan ramus menghasilkan fraktur multipel mandibula.<sup>14</sup>



**Gambar 5.** Ilustrasi pola fraktur yang dapat dihasilkan akibat hantaman yang diberikan pada area *midline* mandibula; Fraktur multipel (A) ramus mandibula; Fraktur multipel (B) *mid-body* mandibula; Fraktur tunggal (C).<sup>14</sup> Garis merah menunjukkan lokasi fraktur, bulatan merah dan panah biru merupakan titik hantaman benda tumpul yang diberikan, warna hitam menunjukkan kehilangan gigi ante mortem (*modified*)

Berbagai studi telah menyebutkan pentingnya mengetahui karakteristik pola fraktur akibat suatu trauma tumpul. Identifikasi pola fraktur secara akurat memiliki peranan penting bagi seorang profesional kesehatan. Hal ini terkait informasi diagnosis, terapi, dan perencanaan intervensi bedah.<sup>18</sup> Dari aspek forensik, pola fraktur akibat trauma tumpul merupakan hal yang sangat krusial. Pada kasus tertentu, pola fraktur dapat diamati bersamaan dengan adanya manifestasi trauma lain seperti abrasi, kontusio dan laserasi sedangkan pada kasus lain seperti kerangka, dan korban kebakaran, pencarian bukti forensik pola fraktur hanya dapat dilakukan pada jaringan yang lebih resisten seperti tulang dengan metode visual dan radiografi.<sup>19,20</sup>

Cianci et al<sup>20</sup> melakukan pemeriksaan pola fraktur tulang leher (*os hyoid*) pada jenazah yang ditemukan dalam kondisi hangus di sebuah kamar. Melalui berbagai pemeriksaan radiografik, dilakukan pengamatan dan pengukuran fragmen fraktur, kemudian ditentukan arah datangnya tekanan datang. Awalnya fraktur tulang leher diduga akibat fenomena dehidrasi api. Setelah pengamatan pola fraktur yang lebih mendalam, pencekikan diidentifikasi sebagai penyebab kematian. Pada hari berikutnya, polisi menangkap pembunuh terkait pencekikan. Pada kasus fraktur lainnya, identifikasi pola fraktur mandibula secara masif dilakukan di negara Taiwan. Disimpulkan bahwa lokasi dan pola fraktur mandibula secara anatomi spesifik memiliki korelasi dengan etiologi berbeda. Trauma akibat jatuh dari motor menunjukkan fraktur mandibula pada area korpus mandibula, sedangkan trauma akibat hantaman/perkelahian menunjukkan fraktur mandibula pada area angulus mandibula dan ramus mandibula.<sup>21</sup> Isaac et al<sup>22</sup> melaporkan pola fraktur kranial pada jenazah anak berusia 4 tahun yang diduga telah mengalami kekerasan. Ditemukan banyak fraktur linier bilateral, fraktur *depressed* dan *curvilinear* pada permukaan *supraauricular cranium*. Adanya pola *stair-step* pada fraktur tulang parietal menunjukkan adanya hantaman berulang pada area yang sama dengan waktu yang berbeda dengan variasi titik berbeda.

Laporan berbagai studi menunjukkan bahwa karakteristik pola fraktur berpotensi menjadi suatu bukti kuat dalam aspek forensik karena dapat menjelaskan peristiwa, mengidentifikasi penyebab trauma (seperti jenis senjata yang digunakan), hingga menjadi suatu bukti di pengadilan terkait penetapan hukuman berbagai kasus.



## SIMPULAN

Identifikasi pola fraktur akibat trauma tumpul telah menjadi salah satu metode dalam menjawab banyak masalah kasus forensik. Fraktur kraniomaksilofasial hadir akibat benturan area wajah dan kepala terhadap suatu benda atau permukaan yang tumpul. Pola fraktur ini berbeda-beda tergantung dan dipengaruhi oleh banyak hal, seperti besarnya gaya yang diberikan, jenis benda tumpul serta frekuensi dari hantaman. Semakin besar gaya dan frekuensi maka semakin beresiko fatal pula jenis fraktur yang dapat hadir. Pola fraktur dapat hadir di sekitar hantaman, dan juga dapat hadir jauh dari area hantaman dikarenakan dampak hantaman akan langsung diteruskan ke daerah yang memiliki titik lemah paling rendah.

Dengan mengetahui pola fraktur dari suatu trauma akibat benda tumpul, ahli forensik dapat menduga adanya kasus kekerasan/penyerangan, kasus pembunuhan atau bunuh diri, rekonstruksi kasus kecelakaan, identifikasi senjata tumpul, serta dapat membantu proses peradilan hukum. Karakteristik pola fraktur telah disebutkan berperan penting dalam dunia forensik, namun berbagai metode terkait cara mengidentifikasi pola fraktur perlu ditingkatkan dan diteliti lebih lanjut agar di masa yang akan datang, identifikasi pola fraktur dapat diakses dengan mudah dengan hasil yang akurat.

## Konflik Kepentingan

Tidak terdapat konflik kepentingan pada studi ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Vij K. Textbook of Forensic Medicine and Toxicology: Principles and Practice (5th ed). India: Elsevier; 2011.
2. Simon LV, Lopez RA, King KC. Blunt force trauma. In StatPearls [Internet] 2021 Aug 11. StatPearls Publishing, Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470338/>
3. Ruchonnet A, Diehl M, Tang YH, Kranioti EF. Cranial blunt force trauma in relation to the victim's position: An experimental study using polyurethane bone spheres. *Forensic Sci Int.* 2019;301:350-7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.05.051>
4. Bellamy JL, Mundinger GS, Flores JM, Reddy SK, Mithani SK, Rodriguez ED, et al. Facial fractures of the upper craniofacial skeleton predict mortality and occult intracranial injury after blunt trauma: an analysis. *J Craniofac Surg.* 2013;24(6):1922-6. Doi: 10.1097/SCS.0b013e3182a30544
5. Saukko P, Knight B. Knight's Forensic Pathology. London: CRC press; 2015.
6. Khallaf M, Shahine MS. Epidemiological features of patients with craniomaxillofacial fractures: a single centre study. *Open Journal of Modern Neurosurgery (OJMN).* 2019;9(02):132. Available from: <https://doi.org/10.4236/ojmn.2019.92013>
7. Lovell NC. In: Wedel VL, Galloway A, editors. Broken Bones: Anthropological Analysis of Blunt Force Trauma (2nd ed). Springfield: Charles C. Thomas Publisher; 2013.
8. Isa MI, Fenton TW, Goots AC, Watson EO, Vaughan PE, Wei F. Experimental investigation of cranial fracture initiation in blunt human head impacts. *Forensic Sci Int.* 2019;300:51-62. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.04.003>
9. Laloo R, Lucchesi LR, Bisignano C, Castle CD, Dingels ZV, Fox JT, et al. Epidemiology of facial fractures: incidence, prevalence and years lived with disability estimates from the Global Burden of Disease 2017 study. *Inj Prev.* 2020;26(Suppl 2):i27-35. Available from: <https://doi.org/10.1136/injuryprev-2019-043297>
10. Roselló GE, Granado QAM, Garcia MA, Martí SJ, Sala GL, Mármol BB, et al. Facial fractures: classification and highlights for a useful report. *Insights Imaging.* 2020;11(1):1-5. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13244-020-00847-w>
11. Magagula SC, Hardcastle T. Defining current facial fracture patterns in a quaternary institution following high-velocity blunt trauma. *S Afr J Radiol.* 2016;20(1):1-6. Available from: <http://dx.doi.org/10.4102/sajr.v20i1.1005>
12. Phillips BJ, Turco LM. Le Fort fractures: a collective review. *Bulletin of Emergency & Trauma (BEAT).* 2017;5(4):221. Available from: <https://doi.org/10.18869/acadpub.beat.5.4.499>.
13. Roumeliotis G, Ahluwalia R, Jenkyn T, Yazdani A. The Le Fort system revisited: trauma velocity predicts the path of Le Fort I fractures through the lateral buttress. *Plastic Surg.* 2015;23(1):40-2. Available from: <https://doi.org/10.1177/229255031502300111>
14. Goots A, Isa MI, Fenton TW, Wei F. Blunt force trauma in the human mandible: an experimental investigation.

- Forensic Sci Int: Reports. 2022;5:100252. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.fsir.2021.100252>
15. Adserias-Garriga J. A review of forensic analysis of dental and maxillofacial skeletal trauma. *Forensic Sci Int*. 2019;299:80-8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.03.027>
  16. Segura-Palleres I, Sobrero F, Roccia F, de Oliveira Gorla LF, Pereira-Filho VA, Gallafassi D, et al. Characteristics and age-related injury patterns of maxillofacial fractures in children and adolescents: a multicentric and prospective study. *Dent Traumatol*. 2022;38(3):213-22. Available from: <https://doi.org/10.1111/edt.12735>
  17. Pickrell BB, Serebrakian AT, Maricevich RS. Mandible fractures. *Semin Plast Surg*. 2017;31(2):100-7. Available from: <https://doi.org/10.1055/s-0037-1601374>
  18. Pérez-Cano FD, Parra-Cabrera G, Vilchis-Torres I, Reyes-Lagos JJ, Jiménez-Delgado JJ. Exploring fracture patterns: assessing representation methods for bone fracture simulation. *J Pers Med*. 2024;14(4):376. Available from: <https://doi.org/10.3390/jpm14040376>
  19. Schwab N, Jordana X, Monreal J, Garrido X, Soler J, Vega M, et al. Ballistic long bone fracture pattern: an experimental study. *Int J Legal Med*. 2024;138(4):1685-700. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00414-024-03191-6>
  20. Cianci V, Mondello C, Cracò A, Cianci A, Bottari A, Gualniera P, et al. Hyoid bone fracture pattern assessment in the forensic field: the importance of post mortem radiological imaging. *Diagnostics (Basel)*. 2024;14(7):674. Available from: <https://doi.org/10.3390/diagnostics14070674>
  21. Lin KC, Peng SH, Kuo PJ, Chen YC, Rau CS, Hsieh CH. Patterns associated with adult mandibular fractures in Southern Taiwan—a cross-sectional retrospective study. *Int J Environ Res Public Health*. 2017;14(7):821. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph14070821>
  22. Isaac CV, Cornelison JB, Devota CJ, Shattuck BL, Castellani RJ. An unusual blunt force trauma pattern and mechanism to the cranial vault: Investigation of an atypical infant homicide. *J Forensic Sci*. 2023;68(1):315-26. Doi: 10.1111/1556-4029.15168