

## Peran forensik palinologi dalam berbagai investigasi kriminal di dunia serta potensinya untuk diterapkan di Indonesia

Zakiyah Ramadany<sup>1</sup>, Siti Rohimah<sup>1</sup>, Qori'atul Mustafidah<sup>1</sup>, Mukhamad Su'udi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember

Jl. Kalimantan No. 37, Jember, Jawa Timur, Indonesia. 68121.

\*E-mail: [msuudi52@gmail.com](mailto:msuudi52@gmail.com)

**Abstrak:** Forensik palinologi merupakan studi tentang *palynomorph* yang meliputi polen, spora, dan sisa mikroskopis tumbuhan yang dapat digunakan sebagai petunjuk dalam identifikasi suatu kasus. Analisis terhadap polen dan spora yang ditemukan pada rambut, pakaian, alas kaki, kendaraan dan benda lainnya dapat menunjukkan hubungan antara korban, tempat kejadian perkara (TKP), dan perilaku kriminal. Studi ini bertujuan untuk mengetahui peran forensik palinologi dalam menyelesaikan berbagai kasus di dunia serta potensi dan aplikasinya dalam pemecahan berbagai kasus yang belum terselesaikan di Indonesia. Metode yang digunakan berupa studi literatur dari berbagai artikel dan buku baik nasional maupun internasional. Pencarian dilakukan menggunakan berbagai kata kunci yang mendukung melalui website seperti *Google Scholar*, *ScienceDirect*, dan *ResearchGate*. Hasil menunjukkan bahwa identifikasi melalui sampel *palynomorph* yang ditemukan dapat dijadikan sebagai bukti maupun petunjuk untuk menyelesaikan berbagai kasus di dunia. Analisis terhadap *palynomorph* sangat berpotensi untuk diterapkan dan dikembangkan di Indonesia karena memiliki keanekaragaman flora, banyaknya tumbuhan endemik, dan ribuan vegetasi habitat mikro yang dapat menjadi penanda khas antar daerahnya.

**Kata Kunci:** forensik palinologi, geolokasi, Indonesia, *palynomorph*

**Abstract:** Forensic palynology is the study of palynomorphs which include pollen, spores, and microscopic plant remains that can be used as clues in the identification of a case. Analysis of pollen and spores found on hair, clothing, footwear, vehicles and other objects can show the relationship between victims, crime scenes, and criminal behavior. This study aims to determine the role of forensic palynology in solving various cases in the world as well as its potential and application in solving various unsolved cases in Indonesia. This study uses a method in the form of literature review from various articles and books both nationally and internationally. Searches were conducted using various supporting keywords through websites such as Google Scholar, ScienceDirect, and ResearchGate. The results showed that identification through palynomorph samples found can be used as evidence or clues to solve various cases in the world. The analysis of palynomorphs is very potential to be applied and developed in Indonesia because it has a diversity of flora, many endemic plants, and thousands of micro-habitat vegetation that can be a distinctive marker between regions.

**Keywords:** forensic palynology, geolocation, Indonesia, palynomorphs

### PENDAHULUAN

Palinologi adalah studi tentang *palynomorph* yang meliputi polen, spora, dan sisa mikroskopis bagian tumbuhan lainnya (Wiltshire et al., 2014). Forensik palinologi telah digunakan dalam ilmu forensik sejak Erdtman pertama kali mempublikasikan dua kasus pada tahun 1969, namun teknik ini jarang digunakan dan sangat sedikit aplikasinya dalam bidang forensik sampai awal 1980-an (Erdtman, 1969; Mildenhall, 1982). Penelitian *palynomorph* dari bukti-bukti berupa polen dan spora telah mendapatkan peran yang semakin penting sebagai petunjuk jejak yang digunakan dalam aplikasi forensik (Alotaibi et al., 2020; Hawksworth et al., 2016). Palinologi telah sering

Cara Sitasi:

Ramadany, Z., Rohimah, S., Mustafidah, Q., Su'udi, M. (2024). Peran forensik palinologi dalam berbagai investigasi kriminal di dunia serta potensinya untuk diterapkan di Indonesia. *Teknosains: Media Informasi dan Teknologi*, 18(2), 249-261. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v18i2.46226>

Diajukan 18 Maret 2024; Ditinjau 14 Juni 2024; Diterima 17 Desember 2024; Diterbitkan 21 Februari 2025

Copyright © 2025. The authors. This is an open access article under the CC BY-SA license

digunakan untuk investigasi dan rekonstruksi geolokasi di mana suatu kejahatan terjadi, waktu kematian korban, atau membuktikan kebenaran dalam suatu kasus melalui analisis dari bukti polen atau spora yang ditemukan di tempat kejadian perkara (TKP) (Laurence et al., 2019). Analisis geologi telah membuktikan bahwa polen tumbuhan dapat bertahan selama ribuan bahkan jutaan tahun, dapat bertahan di dalam usus selama 21 hari, serta sangat tahan terhadap bahan kimia (Arguelles et al., 2015).

Penelitian tentang distribusi polen dan spora pada kasus forensik menunjukkan bahwa jumlah polen pada sampel akan semakin menurun seiring dengan jarak penemuan sampel dari tempat asal tumbuhan yang memproduksi polen tersebut (Horrocks & Walsh, 1999; Wiltshire et al., 2015). Setiap lokasi dapat menghasilkan profil palinologi yang unik dan bervariasi baik secara spasial maupun temporer (Wiltshire, 2009). Profil karakteristik sampel akan diperoleh melalui perhitungan dan analisis terperinci pada proporsi taksa *palynomorph* di setiap sampel. Hasil dari analisis tersebut akan didapatkan petunjuk berupa geolokasi dari polen tersebut untuk menjawab pertanyaan “dimana” dan “kapan” tindak kriminal telah terjadi dalam suatu kasus (Ochando, 2018).

*Palynomorph* yang diambil dari barang-barang seperti alas kaki, pakaian, dan rambut, telah terbukti memberikan petunjuk yang dapat digunakan untuk menghubungkan antara benda satu dengan yang lain serta lokasi tertentu (Wiltshire et al., 2015). Hal ini dikarenakan bukti *palynomorph* tersebut dapat terperangkap di serat-serat pakaian dan sulit untuk lepas atau keluar bahkan setelah dicuci (Wiltshire, 1997). Analisis terhadap polen dan spora tumbuhan melalui studi palinologi merupakan cara yang sangat diperlukan dalam penelitian forensik untuk memecahkan berbagai kasus atau tindak kriminal (Alotaibi et al., 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan ulasan mengenai peran forensik palinologi dalam penyelesaian berbagai kasus di dunia serta potensi dan aplikasinya dalam pemecahan berbagai kasus yang belum terselesaikan di Indonesia. Indonesia memiliki keanekaragaman flora dan tumbuhan endemik yang khas antar daerah sehingga sangat berpotensi untuk diterapkannya forensik palinologi. Oleh karena itu studi literatur ini diharapkan dapat berkontribusi sebagai referensi terhadap hal tersebut untuk memecahkan kasus yang belum terselesaikan di Indonesia.

## **METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam studi ini adalah berupa kajian literatur (*literature review*) dari berbagai artikel dan buku baik nasional maupun internasional. Metode ini dimulai dengan mengoleksi literatur yang menunjang atau sumber referensi dengan menggunakan kata kunci “palinologi, *palynomorph*, identifikasi forensik palinologi, pemecahan kasus melalui forensik palinologi, identifikasi melalui forensik palinologi, kasus yang belum terpecahkan di Indonesia, serta potensi, penerapan, dan pengembangan forensik palinologi di Indonesia”. Koleksi literatur dan sumber referensi dilakukan melalui berbagai website seperti Google Scholar, ScienceDirect, dan Researchgate. Literatur dan referensi yang diperoleh kemudian dijadikan dasar penulisan untuk mengkaji peran forensik palinologi dalam penyelesaian berbagai kasus di dunia serta potensi dan aplikasinya dalam pemecahan berbagai kasus yang belum terpecahkan di Indonesia.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Laporan dan hasil dari pemecahan beberapa kasus di beberapa negara yang menerapkan forensik palinologi dalam mengungkapkan kebenaran di balik tindakan

kriminal atau sipil telah banyak dilaporkan (Tabel 1). Selain itu, forensik palinologi telah diterapkan dalam investigasi forensik sebagai bukti dalam persidangan pidana di Canada, NE Bosnia, Selandia Baru, Amerika, Inggris, Australia (Mildenhall, 2004), dan negara-negara lainnya di benua Eropa, namun kurang dikenal di Asia termasuk Indonesia. Indonesia adalah negara yang memiliki potensi besar untuk menerapkan forensik palinologi dalam pemecahan berbagai kasus karena memiliki keanekaragaman ekosistem dengan berbagai jenis flora endemik yang menjadi ciri khas setiap wilayah. Keanekaragaman dan kekayaan tersebut dapat menjadi aset dalam upaya untuk menyelesaikan kasus yang belum terpecahkan dengan melibatkan bukti-bukti forensik palinologi (Margiotta et al., 2015).

Tabel 1. Riwayat kasus dan pengambilan sampel *palynomorph*

No.	Kasus	Keterangan kasus		Pengambilan sampel <i>palynomorph</i>				
		Lokasi	Waktu	Rambut	Wajah/ Tubuh	Rongga hidung	Pakaian/ barang	Kendaraan
1.	Penculikan, perampokan, dan pembunuhan seorang petani (Bryant & Jones, 2006)	Amerika Timur	Tahun 1980-an	√	√	√	√	√
2.	Pembunuhan pria hispanik (Bryant & Jones, 2006)	Jalan raya antar negara bagian di Texas Barat	Tahun 1980-an	√	√	X	√	X
3.	Serangan seksual berantai (Coyle, 2004)	Kota Perth, Australia Barat	Tahun 1995-2000	X	X	X	√	√
4.	Pembunuhan Lianne Tiernan (Wiltshire, 2006)	Linsley Wood Leeds, Yorkshire Barat	Agustus 2001	√	√	√	√	X
5.	Pembunuhan wanita usia 20 tahun (Wiltshire, 2006)	Hutan Norwich, Norfolk	Maret 2002	√	√	√	X	X
6.	Pembunuhan Lee Horrell (Wiltshire & Black, 2006)	Upperford Copse, Hampshire, Inggris	Tahun 2002	√	√	X	X	X
7.	Penculikan dan pemerkosaan gadis remaja (Mildenhall, 2006)	Pinggiran Kota Auckland, Selandia Baru	Juni 2004	X	X	X	√	√

8.	Perampokan dan pelecehan pada wanita (Mildenhall, 20006)	Whakatane, Selandia Baru	Desember 2005	X	X	X	√	X
9.	Pemeriksaan gadis usia 15 tahun (Wiltshire et al., 2015)	Hutan besar, Irlandia Utara	Agustus 2002	X	X	X	√	X
10.	Pembunuhan Bella Bond (Laurence & Bryant, 2019)	Pantai Pulau Deer, Pelabuhan Boston	25 Juni 2015	√	X	X	√	X

## A. Riwayat Pemecahan Berbagai Kasus Menggunakan Forensik Palinologi

### 1. Peran forensik palinologi dalam investigasi kasus pembunuhan

Leanne Tiernan dilaporkan menghilang pada bulan November tahun 2000. Mayatnya ditemukan pada bulan Agustus 2001 di Lindley Wood (Forestry Commission Woodland) dekat Leeds, Yorkshire Barat. Korban terbungkus *bed cover* bermotif bunga di dalam plastik. Penyelidik menduga bahwa dengan kondisi tersebut korban telah dimasukkan ke dalam semacam lemari pendingin sebelum dibuang sehingga penyelidik tidak dapat melacak interval post mortem korban. Pada bulan September 2001, investigasi forensik palinologi dilakukan pada kulit kepala dan saluran hidung korban serta *bed cover* yang membungkus tubuh korban untuk mencari geolokasi pre-mortem sebelum tubuh korban dibuang.

Hasil analisis forensik polen pada rambut korban dan *bed cover* yang membungkus tubuh korban menunjukkan kesamaan hasil palinologi dari sudut selatan taman tersangka. Taman tersebut memiliki dekorasi yang khas dan ditemukan di sebagian besar Inggris utara. Tersangka adalah peternak anjing dan memiliki kandang yang dibangun dari batu bata di batas selatan dan tenggara taman. Sisa-sisa api unggun tersebar di area tanah yang berdekatan dengan kandang anjing. *Palynologist* menyimpulkan bahwa Leanne Tiernan telah terbaring di taman di samping daerah kandang dengan rambutnya menyebar ke abu api unggun. Tersangka yang merupakan seorang peternak anjing kemudian mengakui pembunuhannya tersebut. Analisis forensik palinologi pada peristiwa ini telah menunjukkan bahwa peran forensik palinologi sangat bermanfaat untuk menunjukkan hubungan antara korban dan kebun tersangka sehingga dapat memberikan bukti yang kuat dalam analisis forensik (Wiltshire, 2006).

Kasus pembunuhan lainnya terjadi pada seorang tunasusila yang ditemukan tewas saat perayaan Paskah 2002. Tubuhnya telah dibuang sangat dekat dengan jalan kecil di tepi hutan belantara kuno dekat Norwich di Norfolk. Ahli patologi beranggapan bahwa mayat telah terbaring di hutan semalaman dan petugas investigasi ingin mengetahui apakah korban telah dibunuh di tempat lain sebelum dibuang di hutan. Investigasi forensik berdasarkan *palynomorph* pada sampel rambut, saluran hidung, dan tanah pada kulit dan di bawah kuku korban dilakukan untuk menjawab pertanyaan tersebut. Sampel *palynomorph* yang diperoleh dari saluran hidung berjumlah sangat sedikit tetapi dari rambut dan wajah korban diperoleh sampel polen dan spora dalam jumlah yang cukup banyak.

Hasil forensik palinologi dan pencarian geolokasi menunjukkan bahwa lokasi *pre-mortem* merupakan sebuah peternakan ikan trout yang berjarak  $\pm 10$  mil dari lokasi *post-mortem*, dan sekitar 15 mil dari Norwich. Hasil wawancara oleh polisi membuktikan bahwa korban memang sering berkunjung ke peternakan ikan trout. Profil palinologi menunjukkan bahwa lumpur di wajah korban dan sebagian besar polen di rambutnya kemungkinan cocok dengan lokasi di belakang rumah pemilik peternakan. Namun, keanekaragaman *palynomorph* yang tinggi menunjukkan bahwa kepalanya menyentuh tanah di lebih dari satu tempat di tanah pertanian ikan trout. Hasil penyelidikan yang dilakukan ini belum membuahkan hasil atas tersangka yang menjadi penyebab dari pembunuhan korban (Wiltshire, 2006).

Kasus pembunuhan selanjutnya terjadi pada tahun 2015. Mayat balita perempuan berusia 4 tahun ditemukan di pantai Pulau Deer di Pelabuhan Boston dalam keadaan telah membusuk dalam kantong plastik pada 25 Juni 2015. Identifikasi awal pada mayat tidak dapat dilakukan dikarenakan wajah dan sidik jari anak tersebut telah terdistorsi. Polisi tidak dapat melacak keluarga korban karena minimnya bukti serta tidak adanya laporan mengenai korban. Investigasi forensik palinologi berperan penting dalam mencari geolokasi korban untuk menemukan *pre-mortem* pada kasus ini.

Sampel *palynology* diperoleh dari pakaian, selimut, dan rambut korban. Sampel polen yang diperoleh dari pakaian dan selimut berjumlah cukup banyak sedangkan pada rambut hanya ditemukan polen dalam jumlah yang sangat sedikit. Hasil analisis forensik palinologi pada rambut dan pakaian korban menunjukkan bahwa korban berasal dari daerah dekat Arboretum Arnold di Boston. Polisi melakukan pencarian di sekitar wilayah tersebut dan berhasil menangkap ibu dari korban (Rachelle Bond) dan ayah tirinya (Michael McCarthy) yang melecehkan korban hingga menyebabkan kematiannya (Laurence & Bryant, 2019).

## **2. Peran forensik palinologi dalam investigasi kasus pemerkosaan**

Kasus pemerkosaan berantai telah terjadi di wilayah Australia pada tahun 1995-2000. Polisi menduga bahwa orang yang sama melakukan lima serangan seksual yang telah terjadi selama 5 tahun di wilayah metropolitan Perth, Australia Barat. Satu-satunya bukti yang mereka miliki adalah DNA dan sepatu yang diduga milik tersangka. Kunjungan berkala ke penjara di seluruh negara bagian untuk mengumpulkan DNA dari kemungkinan tersangka tidak berhasil menyelesaikan kasus ini. *Australian Police Service* tidak memiliki pengetahuan tentang forensik palinologi yang dapat membantu penyelidikan mereka, sehingga kasus ditutup dan tidak terpecahkan. Investigasi forensik palinologi dilakukan 3 tahun kemudian pada sepatu milik tersangka yang telah disimpan di ruang barang bukti selama 3 tahun.

Hasil analisis forensik palinologi dan pencarian geolokasi menunjukkan bahwa tersangka berasal dari peternakan pemotongan sekam yang berjarak 60-100 km dari Perth. Kurang dari seminggu kemudian, polisi menangkap seorang pria yang mengaku melakukan kekerasan seksual. Tersangka bekerja di bisnis yang menyediakan layanan untuk industri pemotongan sekam. Kasus ini merupakan contoh efisiensi dan efektivitas forensik palinologi yang dapat memecahkan kasus yang tak terpecahkan selama bertahun-tahun, namun dapat diselesaikan dalam beberapa minggu (Coyle, 2004).

Kasus selanjutnya terjadi pada seorang gadis berusia 15 tahun yang mengaku telah diperkosa oleh pacarnya pada malam hari di hutan besar, Irlandia Utara di bulan Agustus, 2011. Pacarnya tidak mengakuinya dan memberikan alibi bahwa mereka telah melakukan hubungan seksual konsensual pada wilayah berumput pendek di taman lokal, 130 m dari tempat hutan. Ada konflik dalam kesaksian kedua pihak. Penting untuk memastikan

apakah salah satu atau kedua pihak telah melakukan hubungan seksual pada tanah di wilayah berumput taman dan atau hutan. Analisis sampel *palynomorph* diambil dari pakaian, sepatu, dan barang milik korban dan tersangka yang dikenakan saat melakukan hubungan seksual untuk membuktikan pengakuan kedua pihak.

Hasil analisis forensik palinologi menunjukkan bahwa pakaian dan alas kaki dari kedua belah pihak memberikan kumpulan *palynomorph* yang serupa dengan yang ada di kawasan hutan. Pengakuan dari pria tersebut terbukti salah. Ketika dihadapkan dengan bukti tersebut, tersangka mengakui bahwa ia telah memerkosa pacarnya di hutan. Tersangka kemudian diadili atas tindakan pemerkosaan yang telah ia lakukan (Wiltshire et al., 2015).

### 3. Peran forensik palinologi dalam investigasi kasus perampokan

Seorang pria diculik, dirampok, dan kemudian dibunuh oleh seorang tunawisma di jalanan sepi yang melewati ladang jagung pada tahun 1980-an yang terjadi di bagian timur Amerika. Mobil korban dicuri, tetapi kemudian ditinggalkan ketika terjebak di lumpur dekat jalan raya. Gelandangan tersebut ditangkap di kota terdekat karena membobol toko yang tutup di malam berikutnya. Dia sempat bercerita bahwa ia tidak akan berada di penjara jika mobilnya tidak terjebak di lumpur sekitar 30 mil selatan dari kota. Polisi menginterogasi tunawisma tersebut mengenai kasus penculikan, perampokan dan pembunuhan yang mungkin telah ia lakukan, namun ia tidak pernah mengakuinya. Analisis forensik palinologi dilakukan pada baju dan celana tersangka yang telah dilepas dan disimpan dalam kantong plastik ketika dia ditangkap.

Hasil sampel yang dikumpulkan dari baju tersangka mengungkapkan bahwa daerah leher dan bahu baju memiliki konsentrasi polen jagung segar yang tinggi. Sampel forensik yang dikumpulkan dari celana juga mengandung polen jagung, tetapi dalam persentase yang lebih rendah. Hasil forensik palinologi menunjukkan bahwa tersangka baru-baru ini berjalan melalui ladang jagung. Identifikasi polen pada pakaian mirip dengan yang ada pada polen yang ditemukan pada mobil yang ditinggalkan dan jalan raya. Bukti ini digabungkan dengan beberapa saksi mata dan beberapa sidik jari dari peternakan korban yang menghubungkan tersangka dengan korban (Bryant & Jones, 2006).

Kasus selanjutnya terjadi pada seorang wanita dirampok dan dilecehkan oleh dua orang pelajar pada bulan Desember tahun 2005 di rumah korban yang berada di Whakatane, Selandia Baru. Tersangka dilaporkan dan ditangkap, namun tidak mengakui kejahatannya. Tidak ditemukan bukti lainnya selain kesaksian korban. Analisis forensik palinologi pada celana, jaket, kaos, topi *baseball*, sepatu, dan kaos kaki tersangka dilakukan untuk membuktikan kesaksian korban.

Hasil yang didapatkan dari studi forensik palinologi menunjukkan bahwa tersangka terbukti bersalah berdasarkan bukti ditemukannya polen dari bunga *Hypericum* milik korban pada celana, jaket, dan kaos yang dipakai tersangka yang mendukung kesaksian korban. Pemeriksaan reka adegan mengonfirmasi bahwa kedua pencuri telah memasuki pintu yang tidak terkunci yang mengarah langsung ke dapur. Pelaku didakwa melakukan penyerangan tidak senonoh terhadap perempuan, dan pencurian, dengan hukuman maksimum 7 tahun penjara (Mildenhall, 2006).

Indonesia juga memiliki kasus-kasus yang belum terpecahkan hingga saat ini (Tabel 2). Kasus tak terpecahkan tersebut salah satunya disebabkan oleh minimnya aplikasi teknik forensik dalam penyelidikan suatu kasus. Forensik palinologi diharapkan dapat memecahkan kasus-kasus tersebut melalui berbagai metode pada sampel yang berpotensi mengandung bukti palinologi.

Tabel 2. Kasus-kasus di Indonesia yang belum terpecahkan

No.	Kasus	Keterangan kasus		
		Lokasi <i>post-mortem</i>	Waktu	Tersangka
1.	Penembak-penembak misterius (Kuncoro, 2012)	Tepi Sungai, hutan, Perkebunan, tepi jalan, dan lain-lain.	Tahun 1982-1985	Identitas pembunuh-pembunuh yang terlibat penembakan belum diketahui
2.	Pembunuhan penduduk kampung Desa Wea (Kuncoro, 2012)	Desa Wea, Tambagapura	Bulan Desember 1995	Pelaku penembakan belum dipidana
3.	Pembunuhan di Kompleks Gereja Liquica (Kuncoro, 2012)	Gereja Liquica, Timor Timur	6 April 1999	Pembunuh belum diketahui
4.	Pembunuhan wartawan Belanda, Sander Thoenes (Sujatmoko, 2005)	Timor Timur	21 September 1999	Pembunuh belum diketahui
5.	Pembunuhan rombongan rohaniawan dan wartawan (Van, 2002)	Lospalos, Timor Timur	25 September 1999	Pembunuh belum diketahui
6.	Pembunuhan Theis H. Eluay (Rahab, 2006)	Jayapura	Tahun 2001	Pembunuh belum diketahui
7.	Pembunuhan Alda Risma (Efendi, 2018)	Kamar 432 Hotel Grand Manteng, Jakarta	12 Desember 2006	Tersangka pembunuhan dibebaskan dari pidana
8.	Pembunuhan aktivis HAM, Munir (Wedratama, 2009)	40 ribu kaki di atas tanah Rumanis	7 September 2004	Pembunuh utama masih belum terungkap
9.	Pembunuhan warga sipil Papua Barat (Bang, 2018)	Puncak Jaya, Papua Barat	7 November 2010	Pembunuh belum dipidana
10.	Pembunuhan Akseyna Ahad Dori (Lukmantoro, 2016)	Danau Kenanga, Kompleks Universitas Indonesia (UI), Jakarta	26 Maret 2015	Penganiaya dan pembunuh belum diketahui

## B. Potensi Forensik Palinologi dalam Penyelesaian Kasus-Kasus yang Belum Terpecahkan di Indonesia

### 1. Penembak misterius (Petrus)

Penembak misterius (Petrus) merupakan operasi penangkapan dan pembunuhan yang dilakukan kepada orang yang dianggap mengganggu ketenangan dan keamanan masyarakat pada masa pemerintahan orde baru (Maulana et al., 2023). Petrus memiliki tugas rahasia untuk menculik dan menghabisi setiap preman, aktivis yang menentang aturan negara, serta pelaku kriminal lainnya. Petrus memulai operasi misi rahasianya pada tahun 1982. Pada tahun yang sama, Presiden Soeharto memberikan penghargaan kepada

Kapolda Metro Jaya, Anton Soedjarwo atas keberhasilannya membongkar kasus perampokan dan menekan angka kriminalitas.

Data korban Petrus yang berhasil ditemukan menunjukkan bahwa Petrus berhasil menumbangkan 532 orang yang dituduh sebagai pelaku kriminal pada tahun 1983, 107 orang pada tahun 1984, 74 orang pada tahun 1985. Kebanyakan korban dimasukkan ke dalam karung dan ditinggal di tepi jalan, di depan rumah, dibuang ke sungai, hutan-hutan, dan kebun. Data total orang hilang yang diduga menjadi korban penembakan oleh Petrus tidak sebanding dengan data yang resmi dilaporkan. Hingga saat ini, korban hilang masih belum ditemukan, serta para pelaku Petrus tidak pernah tertangkap dan tidak jelas siapa pelakunya (Kuncoro, 2012).

Forensik palinologi telah terbukti dapat menemukan geolokasi yang dapat digunakan untuk melacak lokasi *pre-mortem* sebelum para korban Petrus dibuang ke lokasi *post-mortem*. Analisis forensik palinologi dapat dilakukan pada karung, pakaian, dan barang bukti lainnya untuk melacak asal mayat dan jejak pelaku seperti kasus pemerkosaan di Australia yang berhasil melacak keberadaan tersangka melalui polen yang berada pada sepatu tersangka. Metode serupa dapat dilakukan untuk melacak asal karung pembungkus mayat seperti yang terjadi pada kasus pembunuhan Leanne Tiernan yang telah dijelaskan sebelumnya.

## **2. Pembunuhan Alda Risma**

Penyanyi terkenal, Alda Risma ditemukan tidak bernyawa di kamar 432 Hotel Grand Menteng, Jakarta. Penyebab utama kematian korban yaitu overdosis atau keracunan psikotropika, dengan masuknya zat benzodiazepine dan propofol ke dalam pembuluh darah. Waktu kematian diperkirakan antara pukul 10.00 WIB pada tanggal 12 Desember 2006. Tersangka pembunuhan adalah Ferry Surya Prakasa yang merupakan kekasih korban. Alda Risma terakhir kali terlihat sedang bersama dengan Ferry di Hotel Grand Menteng. Tersangka terlihat meninggalkan hotel pada keesokan harinya tanpa Alda Risma. Mayatnya ditemukan oleh petugas hotel pada malam harinya. Proses pengadilan dan persidangan telah dilakukan dalam mengungkap kasus kematian ini. Namun, hakim memutuskan untuk membebaskan Ferry Surya dan pembunuh Alda Risma masih belum diketahui. Kematiannya juga dianggap tidak termasuk ke dalam kasus pembunuhan, melainkan penyalahgunaan obat psikotropika. Analisis forensik botani dapat diterapkan dalam pemecahan kasus kematian Alda Risma untuk membuktikan alibi dari setiap tersangka yang ikut terlibat dalam pembunuhan Alda Risma, sehingga kasus tersebut dapat terselesaikan dengan baik (Efendi, 2018).

## **3. Pembunuhan Akseyna Ahad Dori**

Kasus pembunuhan yang terjadi pada Akseyna Ahad Dori pada 26 Maret 2015 masih belum terungkap. Tubuh korban ditemukan mengambang di Danau Kenanga, kompleks Universitas Indonesia (UI). Korban merupakan mahasiswa Jurusan Biologi, UI dan masih berusia 19 tahun. Lima buah batu konblok ditemukan di dalam tas ransel yang dikenakan korban yang diduga digunakan untuk menenggelamkan jasad korban. Polisi menduga bahwa kasus Akseyna tergolong kasus bunuh diri, namun penemuan berupa tanda-tanda kekerasan pada tubuh korban menunjukkan bahwa Akseyna merupakan korban aksi pembunuhan. Pelaku pembunuhan Akseyna masih belum tertangkap hingga saat ini (Lukmantoro, 2016).

Investigasi forensik palinologi dapat diterapkan untuk mengungkap geolokasi pada batu konblok serta pakaian dan barang-barang korban yang dapat memberikan petunjuk lokasi *pre-mortem* serta membuktikan alibi setiap tersangka yang diduga menjadi pelaku pembunuhan Akseyna yang sebenarnya.



## C. Faktor Analisis Forensik Palinologi Dalam Pencarian Geolokasi

### 1. Koleksi sampel

Koleksi sampel dilakukan oleh orang yang ahli dalam forensik palinologi atau seseorang yang dilatih di bawah arahnya. Ahli forensik palinologi harus dipanggil ke tempat kejadian sesegera mungkin sebelum potensi kontaminasi, aktivitas biologis (perusakan mikroba), dan penghancuran yang tidak disengaja dari tempat kejadian terjadi. Informasi terperinci mengenai prosedur pengumpulan dan penyimpanan sampel pembanding (kontrol) dan sampel bukti pada TKP telah banyak dilaporkan (Coyle, 2004), tetapi seringkali teknik pengumpulan kontrol yang digunakan pada satu tempat kejadian tidak sesuai di tempat kejadian lainnya (Eyring, 1996; Horrocks, 2004).

Protokol standar harus memastikan bahwa sampel pembanding (kontrol) yang memadai dikumpulkan untuk memfasilitasi pemahaman yang memadai tentang pola palinologi di TKP dan profil palinologi yang berhubungan dengan bukti-bukti penting (Wiltshire, 2016). Sampel pembanding dapat diambil dari permukaan, matriks, atau objek apa saja yang mungkin memberikan petunjuk dalam pemecahan suatu kasus (Mildenhall et al., 2006). Strategi pengumpulan sampel harus dikembangkan dan disepakati sebelum penyidik tiba di tempat kejadian untuk menghindari kontaminasi. Setiap kasus berbeda, sehingga strategi pengambilan sampel biasanya dikembangkan berdasarkan kasus per kasus (Coyle, 2004).

Pengambilan beberapa sampel pada barang bukti sering dilakukan. Beberapa sampel polen dari kendaraan dan alas kaki dalam kasus forensik dapat memberikan bukti lebih dari satu tempat kejadian atau lokasi kejahatan. Pemetaan polen yang ditemukan pada pakaian (Zavada et al., 2007), alas kaki (Riding et al., 2007), dan tubuh seseorang sering kali dapat mengarah pada petunjuk dan bukti tambahan. Contohnya pengambilan sampel pada beberapa lokasi di pakaian menunjukkan aktivitas pelaku maupun korban. Polen akan banyak ditemukan di daerah kepala dan bahu apabila seseorang berjalan melintasi ladang jagung. Dominasi jumlah polen pada daerah kaki dan lutut dapat menandakan seseorang tersebut sedang berlutut. Apabila seseorang sedang bersandar pada dinding atau pohon, polen akan banyak ditemukan di bagian kepala, bahu, dan punggungnya (Mildenhall et al., 2006).

### 2. Analisis polen dan spora

Penggunaan polen dan spora sebagai investigasi forensik dikarenakan ukurannya yang mikroskopis sehingga dapat melekat pada tubuh, rambut, pakaian, sepatu, ban mobil, dan benda lainnya; ketahanannya terhadap degradasi mekanis, biologis, maupun kimia; kelimpahannya di lingkungan; serta morfologinya yang memungkinkan, dalam batas identifikasi untuk taksa tanaman tertentu sehingga dapat menunjukkan geolokasi (Mildenhall et al., 2006).

Pemeriksaan mikroskopik sampel forensik polen dilakukan menggunakan mikroskop cahaya. Sebanyak 200-300 *palynomorph* dihitung (Barkley, 1934), kemudian dilakukan identifikasi untuk menentukan jenis tumbuhan, jarak persebarannya, produksinya, kondisi polen, dan habitat tanaman penghasil polen tersebut dengan tujuan untuk menentukan geolokasinya (Laurence & Bryant, 2019). Proses identifikasi polen membutuhkan lebih dari satu mikroskop. Akses menuju koleksi referensi polen dari berbagai taksa tumbuhan di dunia sangat diperlukan dalam menentukan geolokasi. Identifikasi awal dapat dilakukan dengan merujuk pada ilustrasi pada atlas polen, artikel jurnal, dan buku referensi lainnya (Mildenhall et al., 2006). Cara paling akurat untuk mengidentifikasi *palynomorph* adalah melalui perbandingan langsung dengan slide polen dan spora yang telah disiapkan sebagai bahan referensi (Wiltshire & Black, 2006).

Identifikasi polen dan spora sering mengalami kesulitan, terutama ketika sampel forensik berasal dari wilayah di dunia yang sedikit atau bahkan tidak memiliki informasi yang dipublikasikan tentang karakteristik *palynomorph* di wilayah tersebut (Coyle et al., 2005). Koleksi referensi jenis-jenis polen yang ada saat ini tidak mencakup seluruh dunia, hanya mencakup beberapa wilayah di daerah Australia, Amerika, dan Eropa (Laurence & Bryant, 2019). Referensi untuk identifikasi jenis polen di Indonesia tergolong sangat minim berhubungan dengan sedikitnya publikasi mengenai forensik palinologi. Mengingat potensi Indonesia yang sangat tinggi dalam pengembangan ilmu palinologi serta penerapannya dalam bidang forensik, kondisi tersebut sangat disayangkan apabila dilihat dari peluang yang mungkin dapat mengungkap berbagai kasus yang belum terpecahkan.

### 3. Geolokasi

Ada 2 jenis pemanfaatan sampel forensik palinologi untuk keperluan geolokasi (Laurence & Bryant, 2015). Jenis pertama meliputi sampel yang telah diketahui dan dipercaya berasal dari lokasi tertentu oleh agensi atau individu. Analisis pada jenis sampel ini dilakukan untuk mengkonfirmasi atau menolak lokasi yang dicurigai berdasarkan jenis dan jumlahnya pada barang bukti (rambut, tubuh, pakaian, sepatu, dan lain-lain). Jenis sampel pertama berkaitan dengan situasi yang sangat spesifik yang melibatkan korban, tersangka, TKP, dan barang-barang yang diduga berkaitan dengan kasus tersebut (Wiltshire et al., 2015; Mildenhall, 2006; Wiltshire et al., 2015; Wiltshire et al., 2015). Keberhasilan penggunaan polen dan spora akan tergantung pada pengetahuan dan pengalaman ahli palinologi dalam menghubungkan *palynomorph* dengan geolokasinya (Laurence & Bryant, 2019).

Jenis sampel kedua adalah yang tidak memiliki asal yang diketahui, tetapi diharapkan lokasinya dapat ditentukan. Ahli forensik palinologi harus memahami ekologi dan komunitas tumbuhan di dalam dan sekitar tempat kejadian perkara, serta mengenali aspek ekologi, tanah, dan iklim lainnya, termasuk aspek topografi lanskap di wilayah umum dan sekitarnya (Mack & Bryant, 1974). Langkah pertama adalah memindai satu atau lebih slide mikroskop yang dibuat dari sampel polen dan spora untuk mencari “penanda polen dan spora”. Jenis penanda adalah polen dan spora yang berasal dari tanaman yang memiliki kebutuhan ekologis spesifik atau yang paling menonjol di suatu wilayah geografis. Ketika serangkaian jenis polen diidentifikasi dalam sampel dan semuanya berasal dari jenis umum lingkungan yang sama, maka dapat menjadi petunjuk utama pertama yang diperlukan untuk mempersempit asal sampel. Selanjutnya, jumlah masing-masing jenis polen dalam sampel mungkin dapat mempersempit area pencarian (Laurence & Bryant, 2019).

### D. Penerapan dan Pengembangan Forensik Palinologi di Indonesia

Indonesia merupakan negara yang terletak di daerah khatulistiwa sehingga mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun. Letak geografis yang strategis menjadikan negara Indonesia memiliki keanekaragaman flora dan fauna yang tinggi. Setiap wilayah di Indonesia memiliki vegetasi tumbuhan yang bervariasi serta unik, ditandai dengan adanya flora dan fauna endemik yang menjadi ciri khas dan pembeda di setiap wilayahnya. Indonesia tampaknya akan menjadi lokasi yang sangat baik untuk menggunakan data palinologi dalam pengaplikasiannya di bidang forensik (Margiotta et al., 2015).

Keanekaragaman tumbuhan yang tinggi, ekologi yang sangat bervariasi, ribuan habitat mikro vegetasi, dan catatan identifikasi polen yang mulai banyak dipublikasikan

memberikan alasan yang ideal untuk penerapan dan pengembangan forensik palinologi di Indonesia. Keragaman ini ditandai di sebagian besar wilayah Indonesia dengan adanya kombinasi unik *palynomorph* yang menjadikan penggunaan forensik palinologi sebagai teknik analisis forensik dapat digunakan untuk menghubungkan korban dan pelaku dengan tempat kejadian perkara melalui geolokasi berdasarkan karakteristik geografinya. Studi forensik palinologi di Indonesia saat ini adalah salah satu teknik yang paling kurang dimanfaatkan untuk memecahkan dan menyelesaikan kasus pidana dan perdata (Mildenhall et al., 2006).

Alasan mengapa forensik palinologi tampaknya jarang diterapkan dan dikembangkan di Indonesia yaitu terbatasnya ahli forensik palinologi. Studi forensik palinologi terbilang cukup sulit. Seorang ahli forensik palinologi diharuskan untuk memahami pola persebaran polen dan spora, karakteristiknya dari berbagai macam taksa dan jenis tumbuhan, waktu produksinya, serta kondisi geografi vegetasi tumbuhan untuk melacak geolokasi dari *palynomorph* tersebut. Studi forensik palinologi membutuhkan bahan referensi polen dan spora modern dan koleksi slide yang memadai, karena terdapat ratusan bahkan ribuan taksa tumbuhan potensial yang mungkin ada dalam setiap sampel forensik palinologi (Milne, 2005). Selain itu, kurangnya fasilitas dan peralatan khusus yang diperlukan untuk memproses dan memeriksa sampel *palynomorphs* sangat menyulitkan ahli forensik palinologi untuk melakukan pekerjaannya serta mengembangkan ilmu forensik palinologi (Bryant & Jones, 2006).

Pembahasan mengenai kurangnya penerapan dan pengembangan forensik palinologi di Indonesia saat ini tidak berarti bahwa forensik palinologi tidak dapat diterapkan di Indonesia. Adanya beberapa publikasi mengenai potensi forensik palinologi sebagai salah satu investigasi forensik dalam pemecahan berbagai macam kasus pidana dan perdata diharapkan dapat segera diketahui, dipelajari, dan diterapkan oleh lembaga penegak hukum di Indonesia dalam teknik forensik (Bryant & Jones, 2006).

Forensik palinologi juga dapat digunakan sebagai teknik forensik untuk menyelesaikan kasus perdagangan ilegal narkoba yang marak terjadi di Indonesia. Analisis polen dapat menunjukkan geolokasi asal narkoba maupun lokasi narkoba diproduksi, disimpan, dan didistribusikan. Forensik palinologi dapat menjadi alat yang ampuh dalam melacak dan memberantas pelaku-pelaku yang terlibat dalam perdagangan ilegal narkoba. Semakin berkembangnya teknologi dan ilmu di bidang forensik, diharapkan forensik palinologi juga dapat diterapkan di Indonesia di masa depan (Yusuf, 2009).

## **KESIMPULAN**

Forensik palinologi dapat dimanfaatkan sebagai teknik forensik dalam menghubungkan tersangka dengan korban dan TKP, maupun upaya personel penegak hukum dalam pencarian geolokasi ke area tertentu, atau menghilangkan area yang dicurigai sehingga dapat memecahkan dan menyelesaikan kasus-kasus kriminal dan perdata yang terjadi di berbagai negara. Penerapan dan pengembangan forensik palinologi jarang dilakukan di Indonesia dan di beberapa negara Asia dikarenakan keterbatasan pengetahuan mengenai forensik palinologi, keterbatasan ahli di bidang forensik palinologi, serta minimnya fasilitas dalam mempelajari ilmu forensik palinologi. Forensik palinologi diharapkan agar semakin dikenal ketika informasi terkait potensi teknik ini banyak dipublikasikan, sehingga potensi penggunaannya akan semakin meningkat dan dikembangkan sebagai teknik forensik yang penting di berbagai negara.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alotaibi, S. S., Sayed, S. M., Alosaimi, M., Alharthi, R., Banjar, A., Abdulqader, N., dan Alhamed, R. (2020). Pollen molecular biology: application in the forensic palynology and future prospects: a review. *Saudi Journal of Biological Sciences.*, 27(5), 1185-1190. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.02.019>.
- Arguelles, P., Reinhard, K., & Shin, D. H. (2015). Forensic palynological analysis of intestinal contents of a Korean mummy. *The Anatomical Record.* 298(6), 1182-1190. <https://doi.org/10.1002/ar.23141>.
- Bang, P. (2018). *Papua Berdarah : Kesaksian Seorang Fotografer di Papua Barat yang Lebih Dari 30 Tahun*. Denmark: SAXO.
- Barkley, F. A. (1934). The Statistical Theory of Pollen Analysis. *Ecology*, 15(3), 283–289.
- Bryant, V. M., & Jones, G. D. (2006). Forensic palynology: current status of a rarely used technique in the Unites States of America. *Forensic Science International*, 163(3), 183-197.
- Coyle, H. (2004). *Forensic Botany: Principles and Application to Criminal Casework*. Boca Raton: CRC Press.
- Coyle, H. M., Lee, C. L., Lin, W. Y., & Lee, H. C. (2005). Forensic botany: using plant evidence to aid in forensic death investigation. *Croatian Medical Journal*, 46(4), 606-612.
- Efendi, J. (2018). *Rekonstruksi Dasar Pertimbangan Hukum Hakim*. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Erdtman, G. (1969). *Handbook of Palynology*. New York: Hafner Publishing Co.
- Eyring, M. B. (1996). Soil pollen analysis from a forensic point of view. *Microscope*, 44, 81–97.
- Hawksworth, D. L., Wiltshire, P. E. J., & J. A. Webb. (2016). Rarely reported fungal spores and structures: an overlooked source of probative trace evidence in criminal investigations. *Forensic Sci Int*, 264, 41-46.
- Horrocks, M. (2004). Sub-sampling and preparing forensic samples for pollen analysis. *J. Forensic Sci*, 49(5), 1–4.
- Horrocks, M., & Walsh, K. (1999). Fine resolution of pollen patterns in limited space: differentiating a crime scene and alibi scene seven meters apart. *J Forensic Sci*, 44(2), 417-420. <https://doi.org/10.1520/JFS14477J>.
- Kuncoro, N. M. W. (2012). *69 Kasus Hukum Mengguncang Indonesia*. Jakarta: Raih Asa Sukses.
- Laurence, A. R., & Bryant, V. M. (2019). Forensic palynology and the search for geolocation: factors for analysis and the baby doe case. *Forensic Science International*, 302(10), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.109903>.
- Laurence, A. R., dan Bryant, V. M. (2015). *Forensic palynology: The Encyclopedia of Criminology and Criminal Justice, J.S. Alban*. Chichester: Emerald Group Publishing Limited.
- Lukmantoro, T. *The Narratives of Moral Panics in LGBT News Reporting*. Proc. 2016 Int. Conf. Public Manag. (ICPM 2016), Paris, France: Atlantis Press, 2016. doi:10.2991/icpm-16.2016.77.
- Mack, R. N., & Bryant, V. M. B. (1974). Modern pollen spectra from the Columbia Basin, Washington. *Northwest Sci*, 48, 183–194.
- Margiotta, G., Bacaro, G., Carnevali, E., Severini, S., Bacci, M., & Gabbrielli, M. (2015). Forensic botany as a useful tool in the crime scene: report of a case. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 14, 24-28.
- Maulana, R., D. Septiyana., A. F. B. Ginting., dan S. A. Pardede. 2023. Rahasia terungkap: menganalisis dinamika keamanan pers pada masa orde baru (1966 – 1998). *Jurnal Ilmiah Sosial dan Humaniora*. 2(2): 67-74.
- Mildenhall D. C. (1982). *Forensic Palynology*. New Zealand: geoscience Society of New Zealand.
- Mildenhall, D. C. (2006). An unusual appearance of a common pollen type indicates the scene of the crime. *Forensic Science International*, 163(3), 236-240.
- Mildenhall, D. C. (2006). Hypericum pollen determines the presence of burglars at the scene of a crime: an example of forensic palynology. *Forensic Science International*, 163(3), 231-235.
- Mildenhall, D. C., Wiltshire, P. E. J., Bryant, V. M. (2006). Forensic palynology: Why do it and how it works. *Forensic Sci. Int*, 163(3), 163–172.
- Mildenhall, D., Bryant, V., & Milne, L. (2004). *Forensic Botany*. Boca Raton: CRC Press LLC.
- Milne, L. (2005). *A Grain Of Truth: How Pollen Brought A Murderer to Justice*. Sydney: Reed New Holland.
- Ochando, J., Manuera, M., Carrion, J. S., Fernandez, S., Amoros, G., & Recalde, J. (2018). Forensic palynology revisited: case studies from semi-arid spain. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 259, 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2018.09.015>.
- Rahab, A. A. (2006). Operasi-operasi militer di papua pagar makan tanaman? *J. Penelit. Polit*, 3(1):3–20.

- Riding, J. B., Rawlins, B. G., Coley, K. H. (2007). Changes in soil pollen assemblages on footwear worn at different sites. *Palynology*, 31(1), 135–151.
- Sujatmoko, A. (2005). *Tanggung Jawab Negara Atas Pelanggaran Berat HAM: Indonesia, Timor Leste, dan Lainnya*. Jakarta: Grasindo.
- Van, B.T. (2002). *Mereka yang Menjadi Korban*. Jakarta: ELSAM.
- Wendratama. (2009). Kasus pembunuhan Munir : Kejahatan yang Sempurna?, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wiltshire, P. E. J. (1997). Forensic ecology, botany and palynology, some aspects of their role in criminal investigations (129-150 pp). In: Ritz, K., Dawson, L., Miller, D. (Eds.), *Criminal and Environmental Soil Forensic*, 518.
- Wiltshire, P. E. J. (2005). Forensic ecology, botany, and palynology: some aspects of their role in criminal investigation. *Criminal Environmental Soil Forensics*. Dordrecht: Springer Netherlands: 129-149.
- Wiltshire, P. E. J. (2006). Hair as a source of forensic evidence in murder investigation. *Forensic Science International*, 163(3), 241-248.
- Wiltshire, P. E. J. (2016). Protocols for forensic palynology. *Palynology*, 40(1),4–24
- Wiltshire, P. E. J., Black, S. ((2006). The cribriform approach to the retrieval of palynological evidence from the turbinates of murder victims. *Forensic Sci. Int*, 163(3), 224–230.
- Wiltshire, P. E. J., Hawksworth, D. L. Webb, J. A. & Edwards, K. J. (2014). Palynology and mycology provide separate classes of probative evidence from the same forensic samples: a rape case from southern England. *Forensic Science International*, 244, 186-195. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2014.08.017>.
- Wiltshire, P. E. J., Hawksworth, D. L., & Edwards, K. J. (2015). Light microscopy can reveal the consumption of a mixture of psychotropic plant and fungal material in suspicious death. *J. Forensic Leg. Med*, 34, 73–80.
- Wiltshire, P. E. J., Hawksworth, D. L., & Edwards, K. J. (2015). A rapid and efficient method for evaluation of suspect testimony: palynological scanning. *Journal of Forensic Science*. 60(6): 1441-1450.
- Wiltshire, P. E. J., Hawksworth, D. L., Webb, J. A., & Edwards, K. J. (2015). Two sources and two kinds of trace evidence: enhancing the links between clothing, footwear and crime scene. *Forensic Science International*, 254, 231-242. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.05.033>.
- Yusuf, N. (2009). Keakuratan Pembuktian Hasil Laboratorium Forensik sebagai Bukti Dalam Tindak Pidana Narkotika. *Pranata Huk*, 4(2),107–118.
- Zavada, M. S., McGraw, S. M., Miller, M. A. (2007). The role of clothing fabrics as passive pollen collectors in the north-eastern United States. *Grana*, 46(4), 285–291.