



Penerapan Database DNA Dalam Mengungkap Kasus Kriminal

Aprilina Putri¹, Muhammad Irwan Nasution²

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara^{1,2}

e-mail: aprilinaputri25@gmail.com

Abstract

This research aims to investigate the effects of renewable energy utilization on reducing greenhouse gas emissions and its impact on global climate change. The study adopts a descriptive method as it aims to describe and portray a specific issue. It will discuss and draw conclusions from a particular event. To achieve these objectives, the research analyzes data from various relevant sources, including government reports, academic studies, and up-to-date energy usage data. Through quantitative and qualitative analysis, it is found that the significant use of renewable energy contributes to greenhouse gas emissions reduction. Additionally, the research highlights other benefits of renewable energy, such as sustainability, cost savings, and job creation in the green sector. However, there are also challenges to address, including infrastructure and regulatory issues that affect widespread adoption of renewable energy. The findings of this research are expected to provide valuable contributions to policymakers, industries, and society in tackling the climate change crisis and maintaining environmental sustainability. Moreover, it is relevant to forensic examination procedures as it can enhance confidence levels when used as forensic evidence in legal proceedings.

Keywords: Energy, Renewable, Emissions, Greenhouse Gas, Climate.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi efek penggunaan energi terbarukan terhadap pengurangan emisi gas rumah kaca dan dampaknya terhadap perubahan iklim di tingkat global. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif karena penelitian ini mendeskripsikan atau menggambarkan suatu masalah. Kemudian, penelitian ini akan membahasnya dan menghasilkan kesimpulan dari suatu peristiwa tertentu. Dalam upaya untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini menganalisis data dari berbagai sumber yang relevan, termasuk laporan pemerintah, penelitian akademis, dan data terkini tentang penggunaan energi. Melalui analisis kuantitatif dan kualitatif, ditemukan bahwa penggunaan energi terbarukan secara signifikan berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca. Selain itu, penelitian ini menyoroti keuntungan lain dari energi terbarukan, seperti keberlanjutan, penghematan biaya, dan penciptaan lapangan kerja di sektor hijau. Namun, ada juga tantangan yang perlu diatasi, seperti masalah infrastruktur dan regulasi yang mempengaruhi adopsi energi terbarukan secara luas. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pembuat kebijakan, industri, dan masyarakat dalam menghadapi krisis perubahan iklim dan menjaga keberlanjutan lingkungan. Hal ini berkaitan dengan prosedur pemeriksaannya karena dapat menurunkan tingkat kepercayaan apabila dipakai sebagai barang bukti forensik pada persidangan.

Kata Kunci: Energi, Terbarukan, Emisi, Rumah Kaca, Iklim.

PENDAHULUAN

Database merupakan kumpulan data yang jumlahnya banyak dan terus bertambah, disimpan dengan sistem tertentu, dan memiliki keterkaitan antara data-data tersebut. Konsep database telah membawa kemajuan besar dalam berbagai bidang, termasuk dalam analisis penyakit genetik, kriminologi, dan penelusuran silsilah genetik. Salah satu bentuk sistem database yang sangat penting adalah database DNA, yang sering disebut sebagai bank data DNA (Suharta, Junitha and Sukmaningsih, 2018). Database DNA adalah kumpulan profil DNA yang menyimpan informasi genetik pada makhluk hidup. Basis data DNA dapat bersifat publik atau pribadi, dan yang terbesar adalah basis data DNA nasional (Furqoni, Yudianto and Wardhani, 2017). Penerapan teknologi DNA telah membawa manfaat signifikan dalam penyelidikan forensik.

Dalam penyelidikan kriminal, basis data DNA menjadi alat yang sangat berharga. Ketika terjadi penemuan mayat tanpa identitas, berkat kemajuan teknologi dan adanya database DNA, pihak kepolisian kini dapat mengungkap identitas korban dengan cepat. Identifikasi korban ini menjadi kunci awal dalam menyelidiki kasus, membantu menentukan sebab, waktu, dan perkiraan cara kematian. Tak hanya itu, database DNA juga berperan sebagai petunjuk penting dalam upaya mencari dan mengidentifikasi pelaku tindak kriminal. Dengan adanya basis data ini, polisi memiliki peluang lebih besar untuk memecahkan kasus dengan lebih cepat dan akurat (Yudianto, 2020).

Teknologi DNA atau asam deoksiribonukleat (DNA) merupakan molekul genetik yang terdiri dari rantai ganda (double helix) yang sangat panjang. DNA menyusun informasi genetik pada makhluk hidup, termasuk manusia (Al Hakim *et al.*, 2022). Potongan-potongan gen dalam DNA bertindak sebagai satuan terkecil yang mengendalikan berbagai sifat dan ciri morfologi, seperti warna kulit, jenis rambut, bentuk jari, dan sifat-sifat khusus lainnya pada manusia. Kemampuan untuk menganalisis DNA telah membuka jendela baru dalam bidang forensik, kriminologi, serta ilmu pengetahuan dan kesehatan lainnya. Penelitian seputar database DNA dan teknologi DNA menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam mengurangi tingkat kejahatan. Dengan adanya basis data DNA pelaku kriminal, keberhasilan pencocokan DNA seringkali mengungkap keterkaitan antara TKP dengan seseorang yang profil DNA-nya tersimpan dalam database (Alif and Yudianto, 2017). Proses ini dikenal sebagai "serangan dingin" dan telah membantu membongkar banyak kasus kriminal.

Dalam era perkembangan teknologi yang semakin pesat, penerapan teknologi DNA menjadi alat yang ampuh bagi pihak kepolisian dalam menyelesaikan kasus-kasus penting dengan lebih efisien dan tepat waktu (Jauhani, 2020). Melalui pendekatan ilmiah dan analisis genetik, database DNA terus menjadi sumber daya yang tak ternilai dalam menyediakan petunjuk kunci dalam

mengungkap misteri dan memberikan keadilan bagi para korban (Wardani, Wijayanti and Widyastuti, 2017).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang bertujuan untuk mendeskripsikan dan menggambarkan suatu masalah secara rinci. Metode ini digunakan untuk mengungkapkan karakteristik dan ciri-ciri dari peristiwa tertentu yang menjadi objek penelitian (Benu *et al.*, 2021). Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini bersifat kualitatif dan kuantitatif, yang akan dianalisis secara menyeluruh untuk memahami dan memberikan gambaran lengkap tentang fenomena yang sedang dipelajari. Langkah pertama dalam metode deskriptif ini adalah mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan penelitian dengan jelas. Kemudian, data dikumpulkan melalui berbagai teknik pengumpulan data seperti observasi, wawancara, kuesioner, atau studi pustaka. Data kemudian dianalisis dan diinterpretasikan untuk menggambarkan fenomena yang diamati. Hasil penelitian akan dibahas secara komprehensif dan kesimpulan akan diambil berdasarkan temuan dari analisis data. Metode deskriptif ini memberikan gambaran yang mendalam tentang masalah yang diteliti tanpa melakukan manipulasi variabel atau mencari hubungan sebab-akibat. Metode penelitian ini diharapkan memberikan pemahaman yang mendalam tentang fenomena yang diteliti dan menjadi dasar bagi pengambilan keputusan atau langkah-langkah tindakan selanjutnya dalam menghadapi masalah yang ada.

PEMBAHASAN

DNA dan Informasi Genetis Dahulu kala, para peneliti menyatakan bahwa materi genetik berada di dalam struktur yang disebut kromosom dalam inti sel (nukleus). Pada tahun 1927, Griffith dan Avery mengungkapkan bahwa bakteri memiliki suatu senyawa mengekspresikan sifat-sifat yang berbeda tetapi belum mengetahui dengan jelas penyebabnya. Penelitian lebih lanjut oleh Avery, MacLeod, dan McCarthy pada tahun 1944 menunjukkan bahwa perbedaan ekspresi sifat tersebut karena struktur seperti tangga, terdiri dari dua pita yang berlawanan arah, yang akhirnya dikenal dengan DNA. Penemuan struktur DNA oleh James Watson dan Francis Crick pada tahun 1953 merupakan temuan penting dalam perkembangan genetika di dunia. Model struktur DNA hasil analisis Watson dan Crick mampu menjelaskan bagaimana DNA membawa informasi genetis sebagai cetak biru (blueprint) yang dapat dicopy dan diperbanyak saat sel membelah sehingga sel-sel baru juga mengandung informasi genetis yang sama. Inilah mengapa sifat dan ciri fisik seseorang berasal dari pewarisan orang tua dan nantinya akan diturunkan ke anak cucunya (Maulidah, Asni and Indrayana, 2017). Terjadinya pewarisan sifat dari kedua orang tua, ayah dan ibu ke anak turunannya adalah akibat terjadinya peleburan kromosom dari sel sperma dan sel telur. Masing-masing sel kelamin memiliki 22 autosom dan satu gonosom yaitu X atau Y. Peleburan dua set sel

kelamin sekaligus menyatukan kromosom pada sel sperma dan sel telur. Sel telur yang telah dibuahi, bakal calon anak atau zigot, mengandung dua set gen dalam kromosom dengan demikian untuk setiap pasangan kromosom yang bersesuaian, kita mewarisi satu kromosom dari ayah dan satu kromosom dari ibu. Ini menjelaskan mengapa ada sifat dan karakter tubuh kita yang mirip ayah dan di sisi lain ada sifat dan karakter tubuh kita yang mirip ibu (Griffiths dkk., 1996). Sepanjang pita DNA berisi struktur yang terdiri dari gula pentosa (deoksiribosa), gugus fosfat dan basa nitrogen, bersusun membentuk rantai panjang dan berpasangan secara teratur.

Semua kandungan DNA yang ada pada sel dinamakan genom. Genom manusia terdiri dari genom inti sel (nukleus) dan genom mitokondria. Genom mitokondria (ekstranuklear), mengandung lebih banyak kromosom, sehingga jika pada kromosom inti, masing-masing hanya terdiri dari 2 copy, maka kromosom mitokondria tersusun dari ribuan copy. Penyakit yang disebabkan oleh mutasi pada gen di dalam mitokondria biasanya diwariskan dari ibu ke anak karena mitokondria seorang manusia adalah hasil pewarisan dari ibu. Hal ini disebabkan mitokondria lebih banyak ditemukan di dalam sel telur daripada sperma. Setelah fertilisasi mitokondria dari spermatozoa juga akan mati sehingga hanya meninggalkan mitokondria dari sel telur.

DNA dalam Barang Bukti Forensik

Seorang penjahat tanpa disadari pasti akan meninggalkan sesuatu (jejak), sehingga ketika polisi dipanggil ke tempat kejadian serius, tempat kejadian perkara (TKP) segera ditutup dengan pita kuning police line untuk mencegah pencemaran buktibukti penting (Pertwi, 2014). Ahli forensik harus bergegas ke tempat kejadian sebelum bukti penting yang mungkin membantu mengungkap kejadian hilang/dirusak. Barang bukti forensik yang ditemukan harus diambil sampelnya untuk diperiksa di laboratorium demi mendapatkan data pelengkap dan pendukung. Salah satu pemeriksaan yang penting dan hasilnya bisa didapat dengan cepat adalah tes sidik DNA. Tes sidik DNA dalam kasus forensik utamanya dilakukan untuk tujuan identifikasi korban walaupun sekarang tes sidik DNA juga bisa dilakukan untuk melacak pelaku kejahatan. Pelacakan identitas forensik akan dilakukan dengan mencocokkan antara DNA korban dengan terduga keluarga korban. Hampir semua sampel biologis tubuh dapat digunakan untuk sampel tes sidik DNA, tetapi yang sering digunakan adalah darah, rambut, usapan mulut pada pipi bagian dalam (buccal swab), dan kuku. Untuk kasuskasus forensik, sperma, daging, tulang, kulit, air liur atau sampel biologis apa saja yang ditemukan di tempat kejadian perkara (TKP) dapat dijadikan sampel tes sidik DNA

Identifikasi Forensik dengan Tes Sidik DNA

Pemeriksaan identifikasi forensik merupakan pemeriksaan yang pertama kali dilakukan, terutama pada kasus tindak kejahatan yang korbannya tidak dikenal

walaupun identifikasi juga bisa dilakukan pada kasus non kriminal seperti kecelakaan, korban bencana alam dan perang, serta kasus paternitas (menentukan orang tua). Secara biologis, pemeriksaan identifikasi korban bisa dilakukan dengan odontologi (gigi-geligi), anthropologi (ciri tubuh), golongan darah serta sidik DNA. Sidik DNA merupakan gambaran pola potongan DNA dari setiap individu. Seperti halnya sidik jari (fingerprint) yang telah lama digunakan oleh detektif dan laboratorium kepolisian sejak tahun 1930.

Hanya sekitar 3 juta basa DNA yang berbeda antara satu orang dengan orang lain. Para ahli menggunakan daerah yang berbeda ini untuk menghasilkan profil DNA dari seseorang individu, menggunakan sampel dari darah, tulang, rambut atau jaringan tubuh yang lain. Pada kasus kriminal, biasanya melibatkan sampel dari barang bukti dan tersangka, mengekstrak DNANYa, dan menganalisanya untuk melihat suatu daerah khusus pada DNA (marker). Para ilmuwan telah menemukan marker di dalam sampel DNA dengan mendesain sepotong kecil DNA (probe) yang masing-masing akan mencari dan berikatan dengan sekuen DNA pasangan/komplementernya pada sampel DNA. Satu seri probe akan berikatan dengan DNA sampel dan menghasilkan pola yang berbeda antara satu individu dengan individu yang lain. Para ahli forensik membandingkan profil DNA ini untuk menentukan apakah sampel dari tersangka cocok dengan sampel pada bukti. Marker sendiri biasanya tidak bersifat khusus untuk setiap individu, jika dua sampel DNA mirip pada empat atau lima daerah, sampel tersebut mungkin berasal dari individu yang sama. jika profil sampel tidak sama, berarti seseorang tersebut bukan pemilik DNA yang ditemukan pada lokasi kriminalitas. Jika pola yang ditemukan sama, tersangka tersebut kemungkinan memiliki DNA pada sampel bukti.

DNA yang biasa digunakan dalam tes adalah DNA mitokondria dan DNA inti sel. DNA yang paling akurat untuk tes adalah DNA inti sel karena inti sel tidak bisa berubah sedangkan DNA dalam mitokondria dapat berubah karena berasal dari garis keturunan ibu, yang dapat berubah seiring dengan perkawinan keturunannya. Kasus-kasus kriminal, penggunaan kedua tes DNA di atas, bergantung pada barang bukti apa yang ditemukan di Tempat Kejadian Perkara (TKP). Seperti jika ditemukan puntung rokok, maka yang diperiksa adalah DNA inti sel yang terdapat dalam epitel bibir karena ketika rokok dihisap dalam mulut, epitel dalam bibir ada yang tertinggal di puntung rokok. Epitel ini masih mengandung unsur DNA yang dapat dilacak. Misalnya dalam kasus korban ledakan bom, serpihan tubuh para korban yang sulit dikenali diambil sekuens genetiknya. Bentuk sidik DNA berupa garis-garis yang mirip seperti bar-code di kemasan makanan atau minuman. Membandingkan kode garis-garis DNA, antara 30 sampai 100 sekuens rantai kode genetika, dengan DNA anggota keluarga terdekatnya, biasanya ayah atau saudara kandungnya, maka identifikasi korban forensik atau kecelakaan yang hancur masih dapat dilacak. Untuk kasus pemerkosaan diperiksa spermanya

tetapi yang lebih utama adalah kepala spermatozoanya yang terdapat DNA inti sel di dalamnya. Jika di TKP ditemukan satu helai rambut maka sampel ini dapat diperiksa asal ada akarnya. Namun untuk DNA mitokondria tidak harus ada akar, cukup potongan rambut karena diketahui bahwa pada ujung rambut terdapat DNA mitokondria sedangkan akar rambut terdapat DNA inti sel.

Teknologi DNA memiliki keunggulan mencolok dalam hal potensi diskriminasinya dan sensitifitasnya maka tes sidik DNA menjadi pilihan dalam penyelidikan kasus-kasus forensik dibanding teknologi konvensional seperti serologi dan elektroforesis. Kedua tes ini hanya mampu menganalisis perbedaan ekspresi protein dan membutuhkan sampel dengan jumlah relatif besar. Tes sidik DNA sebaliknya hanya membutuhkan sampel yang relatif sedikit. Metode Southern Blots misalnya sudah mampu mendeteksi loki polimorfisme dengan materi DNA sekecil 60 nanogram, sedangkan metode Polymerase Chain Reaction (PCR) hanya memerlukan DNA sejumlah beberapa nanogram saja. Pada kasus kriminal dengan jumlah sampel barang bukti yang diambil di TKP sangat kecil dan kemungkinan mengalami degradasi maka metode yang cocok dan sensitif adalah PCR.

Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP)

RFLP adalah salah satu aplikasi analisis DNA asli pada penelitian forensik. Dengan perkembangan dan adanya teknik analisis DNA yang lebih baru dan lebih efisien, RFLP tidak lagi digunakan karena membutuhkan sampel DNA yang relatif banyak. Selain itu sampel yang biasanya diperoleh juga biasanya sudah terdegradasi oleh faktor lingkungan, seperti kotoran atau jamur, tidak dapat digunakan untuk RFLP. RFLP merupakan teknik sidik DNA berdasarkan deteksi fragmen DNA dengan panjang yang bervariasi. Pada persidangan kasus kriminal, hal ini bisa menjadi suatu masalah jika jumlah DNA sangat sedikit dan kualitasnya rendah. Ini terlihat dari hasil pita-pita sidik DNA yang tidak tajam. Jumlah pita sidik DNA yang dapat dianalisis sangat penting karena jika jumlah pita berkurang akibat terdegradasi secara statistik menurunkan taraf kepercayaan. Semakin banyak pita yang cocok akan semakin meyakinkan. Oleh karena itu pada kasus ini dapat digunakan teknik sidik DNA dengan memperkuat (mengamplifikasi) daerah spesifik pada DNA yang disebut mikrosatelit dengan satuan pengulangan yang dinamakan Simple Tandem Repeat (STR). Analisis dengan PCR pada daerah STR tersebut dapat mengatasi masalah tersebut. Teknik ini dapat menghasilkan data dalam waktu singkat dan sangat cocok untuk otomatisasi.

Analisis Polymerase chain reaction (PCR)

Polymerase chain reaction (PCR) digunakan untuk membuat jutaan kopi DNA dari sampel biologis. Tes DNA dilakukan dengan cara mengambil DNA dari kromosom sel tubuh (autosom) yang mengandung area STR (short tandem repeats), suatu area ini tidak memberi kode untuk melakukan sesuatu. STR

iniilah yang bersifat unik karena berbeda pada setiap orang. Perbedaannya terletak pada urutan pasang basa yang dihasilkan dan urutan pengulangan STR. Pola STR ini diwariskan dari orang tua. Aplikasi teknik ini misalnya pada tes DNA untuk paternalitas (pembuktian anak kandung) yaitu tes DNA untuk membuktikan apakah seorang anak benar-benar adalah anak kandung dari sepasang suami dan istri. Cara memeriksa tes DNA dilakukan dengan cara mengambil STR dari anak. Selanjutnya, di laboratorium akan dianalisa urutan untaian STR ini apakah urutannya sama dengan seseorang yang dijadikan pola dari seorang anak. Urutan tidak hanya satu-satunya karena pemeriksaan dilanjutkan dengan melihat nomor kromosom. Misalnya, hasil pemeriksaan seorang anak ditemukan bahwa pada kromosom nomor 3 memiliki urutan kode AGACT dengan pengulangan 2 kali. Bila ayah atau ibu yang mengaku orang tua kandungnya juga memiliki pengulangan sama pada nomor kromosom yang sama, maka dapat disimpulkan antara 2 orang itu memiliki hubungan keluarga. Seseorang dapat dikatakan memiliki hubungan darah jika memiliki urutan dan pengulangan setidaknya pada 16 STR yang sama dengan keluarga kandungnya, maka kedua orang yang dicek memiliki ikatan saudara kandung atau hubungan darah yang dekat. Jumlah ini cukup kecil dibandingkan dengan keseluruhan ikatan spiral DNA dalam tubuh kita yang berjumlah miliaran. Sementara itu, Federal Bureau of Investigation (FBI) menggunakan satu set dari 13 daerah STR khusus untuk CODIS. CODIS merupakan program software yang mengoperasikan database dari profil DNA local, daerah dan nasional dari tersangka, bukti tindak kriminalitas yang belum selesai kasusnya dan orang hilang. Kemungkinan bahwa dua individu mempunyai 13 loci yang sama pada profil DNAny adalah sangat jarang.

Analisis Mitochondrial DNA

Analisis DNA mitokondria (mtDNA) dapat digunakan untuk menentukan DNA di sampel yang tidak dapat dianalisa dengan menggunakan RFLP atau STR. Jika DNA pada inti sel (nukleus) harus diekstrak dari sampel untuk dianalisis dengan menggunakan RFLP, PCR, dan STR; maka tes sidik DNA dapat dilakukan dengan menggunakan ekstrak DNA dari organela sel yang lain, yaitu mitokondria. DNA mitokondria sangat baik untuk digunakan sebagai alat untuk analisis DNA, karena mempunyai 3 sifat penting, yaitu DNA ini mempunyai copy number yang tinggi sekitar 1000-10.000 dan berada di dalam sel yang tidak mempunyai inti seperti sel darah merah atau eritrosit. DNA mitokondria dapat digunakan untuk analisa meskipun jumlah sampel yang ditemukan terbatas, mudah terdegradasi dan pada kondisi yang tidak memungkinkan untuk dilakukan analisa terhadap DNA inti. Kedua, DNA mitokondria manusia diturunkan secara maternal, sehingga setiap individu pada garis keturunan ibu yang sama memiliki tipe DNA mitokondria yang identik. Karakteristik DNA mitokondria ini dapat digunakan untuk penyelidikan kasus orang hilang atau menentukan identitas seseorang dengan membandingkan DNA mitokondria korban terhadap DNA mitokondria

saudaranya yang segaris keturunan ibu. Ketiga, DNA mitokondria mempunyai laju polimorfisme yang tinggi dengan laju evolusinya sekitar 5-10 kali lebih cepat dari DNA inti. D-loop merupakan daerah yang mempunyai tingkat polimorfisme tertinggi dalam DNA mitokondria dimana terdapat dua daerah hipervariabel dengan tingkat variasi terbesar antara individu-individu yang tidak mempunyai hubungan kekerabatan. Karena itu, dalam penentuan identitas seseorang atau studi forensik dapat dilakukan hanya dengan menggunakan daerah D-loop DNA mitokondria saja.

KESIMPULAN

Penerapan tes sidik DNA dalam identifikasi forensik telah terbukti sangat efektif dengan tingkat sensitivitas dan akurasi yang luar biasa. Teknologi DNA ini memberikan kontribusi berharga dalam penyidikan kasus-kasus kriminal dan musibah massal. Keberhasilannya dalam mengungkap identitas korban, menghubungkan pelaku dengan Tempat Kejadian Perkara (TKP), serta menyediakan bukti forensik yang kuat telah membantu pihak kepolisian dan lembaga penegak hukum untuk mencapai keadilan. Meskipun efektif, penerapan tes sidik DNA memerlukan keahlian, keterampilan, dan pengalaman dalam pelaksanaannya. Prosedur pemeriksaan harus dilakukan secara cermat untuk menghindari kontaminasi yang dapat menurunkan tingkat kepercayaan hasil tes dalam persidangan. Oleh karena itu, diperlukan standar protokol yang ketat dalam mengumpulkan, menyimpan, dan mengolah sampel DNA.

Kendati demikian, kesuksesan penggunaan tes sidik DNA sebagai alat identifikasi telah membuka potensi besar dalam mengatasi tantangan forensik. Kontribusi teknologi DNA ini menjadi penting dalam upaya penyelidikan kasus-kasus yang rumit, membantu mengungkap kebenaran, dan memberikan keadilan bagi para korban dan keluarga mereka. Secara keseluruhan, penerapan tes sidik DNA merupakan inovasi yang luar biasa dalam bidang forensik. Dengan pengembangan teknologi dan peningkatan kemampuan laboratorium forensik, diharapkan kebermanfaatan dari teknologi ini dapat terus ditingkatkan dan berdampak positif dalam menyelesaikan kasus-kasus yang relevan dengan kejahatan, musibah massal, dan isu-isu penting lainnya..

DAFTAR PUSTAKA

- Al Hakim, R. et al. (2022) 'Current Evidence on Bioinformatics Role and Digital Forensics That Contribute to Forensic Science: Upcoming Threat', *Jurnal Riset Rumpun Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (JURRIMIPA)*, 1(1), pp. 25-32.
- Alif, J. and Yudianto, A. (2017) 'Pengaruh Lama Paparan Pengikat Cincin Elastomer Ortodonti terhadap Kualitas DNA', *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 19(1), pp. 1-13.

- Benu, Y.S.I.P. et al. (2021) Human Resource Management (HRM) In Industry 5.0. Zahir Publishing.
- Bregman, A. (1995). Laboratory Investigation in Cell and Molecular Biology. John Wiley and Son. USA.
- Furqoni, A.H., Yudianto, A. and Wardhani, P. (2017) 'Pengaruh rendaman air terhadap kualitas DNA pada sperma dengan STR-CODIS D13S317 dan D21S1', Jurnal Biosains Pascasarjana, 19(1), pp. 41-45.
- Griffiths, Miller, Suzuki, Leontin, Gelbart. (1996). An Introduction To Genetic Analysis. USA: W. H. Freeman and Company.
- Jauhani, M.A. (2020) Metode Alternatif Identifikasi Forensik: Estimasi Umur Melalui Metilasi Dna Pada Bercak Darah. SCOPINDO MEDIA PUSTAKA.
- Kartika Ratna Pertiwi dan Paramita Cahyaningrum. (2012). Hereditas Manusia Buku Satu. Buku ajar mata kuliah Genetika. Jurdik Biologi FMIPA UNY.
- Luftig, M. A. and Richey S. (2000). DNA and Forensic Science. New England Law Review, Vol. 35:3.
- Maulidah, F., Asni, E. and Indrayana, M.T. (no date) 'Kristal Hemoglobin Pada Bercak Darah Yang Terpapar Beberapa Sabun Mandi Padat Non Antiseptik Dengan Tes Teichmann Dan Tes Takayama'. Riau University.
- Marks, D.B., Marks, A.D., Smith, C.M. (1996). Basic Medical Biochemistry. Williams & Wilkins. Baltimore.
- Pertiwi, K.R. (2014) 'Penerapan Teknologi DNA dalam Identifikasi Forensik', Jurnal Ilmiah WUNY, 16(4).
- Wardani, A.K., Wijayanti, S.D. and Widyastuti, E. (2017) Pengantar Bioteknologi. Universitas Brawijaya Press.
- Yeni W. Hartati, Iman P. Maksum. (2004). Amplifikasi 0,4 Kb Daerah D-Loop DNA Mitokondria Dari Sel Epitel Rongga Mulut Untuk Keperluan Forensik. Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Padjadjaran. Hasil Penelitian. Tidak dipublikasi.
- Yudianto, A. (2020) 'Buku Referensi Pemeriksaan Forensik DNA Tulang dan Gigi: Identifikasi pada DNA Lokus STR CODIS, Y-STRs, dan mtDNA'. Sintesa Prophetica SINTESA BOOK.