



Literatur Study

Respon Imun Pada Penderita Cacar Monyet

Agnes Felicia Lubis¹

¹DIV Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Katolik Musi Charitas

*email : agnesf2401@gmail.com

Abstrak

Cacar monyet adalah infeksi virus yang berasal dari genus *orthopoxvirus*. Setelah pemberantasan cacar secara global pada tahun 1977, cacar monyet menjadi sumber utama pada manusia, terutama di negara-negara Afrika Barat dan Tengah di mana wabah biasanya terjadi di lokasi yang terisolasi. Cacar monyet (monkeypox) menunjukkan gejala klinis yang sebanding dengan cacar, seperti gejala seperti flu, demam, lesu, sakit punggung, sakit kepala, dan ruam. Saat ini tidak ada pengobatan untuk cacar monyet yang menginfeksi manusia, namun virus cacar monyet dapat didiagnosis dengan pemeriksaan biomolekuler menggunakan PCR-RFLP.

Kata kunci : Cacar monyet, Respon Kekebalan, Infeksi, dan Laboratorium

Abstract

Monkeypox is a viral infection caused by the orthopoxvirus. Following the global eradication of smallpox in 1977, monkeypox became the leading source of human monkeypox outbreaks, particularly in West and Central African nations where outbreaks typically occur in isolated locations. Monkeypox (monkeypox) displays clinical symptoms comparable to smallpox, such as flu-like symptoms, fever, lethargy, backache, headache, and rash. There is currently no treatment for monkeypox that infects people, however monkeypox may be diagnosed by biomolecular investigation using PCR-RFLP.

Keyword : Monkeypox, Immune Response, Infection, and Laboratory



Latar Belakang

Monkeypox atau cacar monyet adalah penyakit zoonosis atau penyakit yang ditularkan dari hewan ke manusia dan disebabkan oleh virus monkeypox. Virus cacar monyet termasuk dalam genus Orthopoxvirus dari famili Poxviridae dan menyebabkan gejala yang mirip dengan cacar yang disebabkan oleh virus variola yang dikenal dengan (smallpox) (Lukito 2019). Virus yang disebabkan oleh monkeypox dapat menginfeksi spesies mamalia yang beragam secara taksonomi. Virus ini ditemukan dari hewan liar, yang ditemukan pada tahun 1970 dari seekor hewan tupai di Republik Demokratik Kongo (DRC).

Virus cacar monyet mengandung DNA rantai ganda dan memiliki tubuh berbentuk bata yang berukuran 200-250 nanometer. Monkeypox terjadi terutama di hutan hujan Afrika Tengah dan Barat. Orang yang tinggal di dekat kawasan hutan mungkin berisiko terpapar yang dapat menyebabkan infeksi tanpa gejala (Luthfiani, Sianturi, and Sumarno 2022).

Cacar monyet memiliki gejala klinis yang mirip dengan cacar pada umumnya, termasuk gejala seperti flu, demam, malaise, nyeri punggung, sakit kepala, dan ruam yang khas. Gejala seperti itu di daerah endemik cacar monyet (monkeypox) harus ditangani dengan hati-hati (Alakunle *et al.* 2020).

Transmisi penularan

Penularan virus zoonosis diyakini terjadi melalui kontak langsung dengan hewan yang terinfeksi atau konsumsi daging yang tidak dimasak dengan benar. Vaksinasi dapat terjadi akibat luka pada kulit hewan atau selaput lendir yang

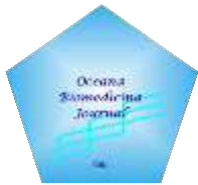


disebabkan oleh gigitan, cakaran, atau trauma (Gong et al. 2022). Penularan juga dapat terjadi dari reservoir hewan Afrika Barat (anjing padang rumput, kelinci, tikus, tupai, monyet, landak, rusa. Selain itu, infeksi dapat ditularkan melalui kontak kulit langsung atau kontak inhalasi dengan hewan atau manusia yang terinfeksi (Qelina and Graharti 2019).

Penularan terutama melalui pernapasan (*droplet*) dan biasanya membutuhkan kontak muka yang berkepanjangan, menempatkan orang yang hidup dengan pasien yang terinfeksi pada peningkatan risiko infeksi (Husna et al. 2020). Juga dapat ditularkan melalui inokulasi atau plasenta (cacar monyet bawaan). Dalam percobaan hewan, dua jenis virus telah diidentifikasi: tipe Cekungan Kongo dan tipe Afrika Barat, dengan tipe Cekungan Kongo lebih ganas (Qelina and Graharti 2019).

Tanda dan gejala monkeypox

Gambaran klinis yang disebabkan oleh cacar monyet sangat mirip dengan gejala cacar pada umumnya, namun perbedaannya utamanya terjadinya pembesaran kelenjar getah bening dan disertai ruam akan muncul 1-3 hari setelah timbulnya demam dan limfadenopati dengan munculnya lesi pada daerah perifer dan akan terjadi parah karena dapat menyebar keseluruh tubuh. Masa inkubasi rata-rata 12 hari, berkisar antara 4-20 hari (Lukito 2019). Pada fase prodormal berlangsung 1-10 hari, demam bisa menjadi gejala pertama (38,5-40,5°C). Penyakit demam sering disertai dengan menggigil, berkeringat, sakit kepala berat, sakit punggung, mialgia, malaise, anoreksia, faringitis, sesak napas, dan batuk (dengan atau tanpa dahak) (Alakunle et al. 2020). Limfadenopati mungkin muncul dalam 2-3 hari setelah demam



dalam banyak kasus. Pada tahun 2003, wabah ini menyebabkan sebanyak 47% pasien mengalami limfadenopati servikal, dari yang berukuran diameter hingga ukuran sentimeter (Husna et al. 2020).

Infeksi dapat dibagi menjadi dua periode, yaitu: Periode prodromal (0-5 hari) ditandai dengan demam, nyeri kepala hebat, limfadenopati (pembengkakan kelenjar getah bening), nyeri punggung, mialgia (nyeri otot), dan asthenia berat (kekurangan energi) (Thomas, Ellis, and Sc 2022). Periode erupsi kulit (dalam 1-3 hari setelah munculnya demam); berbagai tahap ruam muncul sering timbul di wajah dan kemudian menyebar ke area lain di tubuh dengan persentase 95% kasus, pada telapak tangan serta telapak kaki 75% kasus paling sering terkena (Petersen, Kantele, and Yinka-ogunleye 2019). Perubahan ruam dari makulopapula (luka dengan permukaan datar) ke vesikel (lepuh kecil berisi cairan), pustula, diikuti adanya krusta atau koreng yang terjadi dalam 10 hari. Hilangnya krusta dapat membutuhkan waktu hingga tiga minggu. 1 Setelah semua krusta hilang, penderita tidak lagi menular (Eveline M Bunge et al. 2022).

Jumlah luka bervariasi dari mengenai mukosa mulut (pada 70% kasus), genitalia (30% kasus), konjungtiva dan kornea (20%), serta kornea. Beberapa pasien mengalami limfadenopati (pembengkakan kelenjar getah bening) 1-2 hari sebelum munculnya ruam, umumnya bersamaan dengan onset demam, yang merupakan ciri khas monkeypox dibandingkan dengan penyakit serupa (Selb et al. 2022). Terjadinya limfadenopati melibatkan banyak lokasi berbeda pada tubuh atau terlokalisasi (misalnya, leher, ketiak, atau inguinal) dan dapat terjadi di kedua sisi tubuh atau hanya salah satu sisi (Sklenovská and Ranst 2018).



Cacar monyet dapat sembuh sendiri dengan gejala yang berlangsung dari 14 hingga 21 hari. Kasus parah lebih sering pada anak dan terkait dengan tingkat paparan virus, status kesehatan pasien, dan tingkat keparahan komplikasi. Orang yang tinggal di daerah hutan dapat terpapar secara tidak langsung yang dapat mengarah pada infeksi subklinis (tanpa gejala) (Petersen, Kantele, and Yinkaogunleye 2019). Tingkat kematian (case fatality) bervariasi luas di antara epidemi, sekitar 1-10%, sebagian besar pada anak. Secara umum, kelompok usia lebih muda tampaknya lebih rentan terhadap penyakit cacar monyet. Sebagian besar penderita meninggal karena infeksi sekunder. Tidak ada korban jiwa yang dilaporkan selama wabah di Amerika Serikat (Husna et al. 2020).

Patogenesis

Monkeypox dimulai dengan infeksi pada kedua dermis (setelah penularan dari hewan yang terinfeksi) atau epitel pernapasan (setelah penularan dari orang yang terinfeksi). Virus menyebar melalui sistem limfatik yang mengakibatkan viremia primer dan infeksi sistemik. Viremia sekunder menyebabkan infeksi epitel, menghasilkan lesi kulit dan mukosa. Setelah replikasi pada mukosa, virus dapat ditularkan melalui sekresi orofaring melalui kontak langsung (Alakunle et al. 2020).

Risiko penularan kemungkinan tergantung pada kepadatan lesi orofaringeal, kedekatan dan durasi kontak, dan kelangsungan hidup virus terlepas dari respons imun inang. Virus cacar monyet mempunyai mekanisme untuk menghindari respons imun. Virus cacar monyet cenderung stabil dan jumlah virion yang diperlukan untuk infeksi cukup rendah, berdasarkan kesamaan potensial dengan virus variola. Masa



inkubasi dari paparan hingga timbulnya gejala klinis dan tanda-tanda adalah 10-14 hari (Lukito 2019).

Pemeriksaan Laboratorium

Setiap individu yang dicurigai harus dipertimbangkan untuk dilakukan pemeriksaan laboratorium. Pemeriksaan laboratorium harus berdasarkan pertimbangan klinik dan kemungkinan risiko terjadinya infeksi cacar monyet. Jenis spesimen yang direkomendasikan oleh WHO dalam pemeriksaan cacar monyet adalah lesi kulit, termasuk swab dari permukaan lesi atau krusta lesi (Weaver and Isaacs 2009).

Dalam pengumpulan spesimen didapatkan beberapa jenis dan lokasi pada kasus suspek, dua lesi dari jenis yang sama harus dikumpulkan dalam satu wadah yang sama. Namun untuk lokasi lesi, krusta dan cairan vesikular tidak boleh dicampur dalam tabung yang sama. Selain spesimen lesi dan krusta dapat menggunakan sampel darah yang berfungsi untuk deteksi antibodi IgM dan IgG (Sivapalasingam et al. 2007).

Untuk mendeteksi IgM saat infeksi akut atau IgG dalam sampel serum berpasangan yang dikumpulkan setidaknya 21 hari terpisah dengan yang pertama dikumpulkan selama minggu pertama sakit, dapat membantu diagnosis jika sampel yang di uji menghasilkan hasil yang tidak menyakinkan. Selain mendeteksi antibodi IgM dan IgG dapat melakukan pemeriksaan PCR (*polymerase chain reaction*) (Li et al. 2006).



Pemeriksaan untuk mendeteksi Virus cacar monyet yang direkomendasi dengan menggunakan PCR-RFLP atau real time PCR (RT-PCR) dan disarankan agar test ini dilakukan dengan fasilitas biosafety level 3 (Weaver and Isaacs 2008). Deteksi DNA dari cacar monyet ini bisa dari spesimen manusia, hewan dan kultur sel yang terkonfirmasi virus cacar monyet dengan menggunakan pemeriksaan biomolekuler RT-PCR yang menargetkan protein gen ekstraseluler, gen DNA polimerase, dan E9L, sedangkan untuk mendeteksi Gen F3L dan RNA polimerase dari subunit 18, rpo18 dapat di deteksi dengan PCR-RFLP (Alakunle et al. 2020). Pemeriksaan PCR-RFLP ini memakan waktu yang lama dan membutuhkan kultur virus serta membutuhkan pencernaan enzim yang dideteksi dengan elektroforesis gel dengan menerapkan metoda rapiditas, spesifisitas, sensitivitas karena metoda yang terpenting dalam pemeriksaan laboratorium (Gong et al. 2022).

Pengurutan genom dengan menggunakan Next-generation sequencing (NGS) merupakan gold standar dalam pemeriksaan laboratorium untuk mendeteksi virus cacar monyet, akan tetapi pemeriksaan ini sangat mahal dan prosesnya membutuhkan data sequencing yang sangat banyak (Alakunle et al. 2020). Dengan demikian, pemeriksaan laboratorium NGS bukan metoda yang tepat untuk negara-negara yang miskin sumber daya. Meskipun RT-PCR tetap menjadi metoda pilihan untuk diagnosis rutin virus cacar monyet namun harus dilengkapi dengan teknologi sequencing genom yang dapat memberikan informasi data genom virus yang sangat diperlukan intervensi epidemiologi (Sklenovská and Ranst 2018).



Respon Imun Virus Cacar Monyet

Ada beberapa cara yang dikembangkan untuk menghindari respon imun inang terhadap infeksi virus cacar monyet. Salah satunya studi lanjutan tentang patologi dari patogenesis virus cacar monyet yang telah dilakukan namun pengetahuan tentang respon imun bawaan dan adaptif dari infeksi cacar monyet ini tidak dipahami dengan baik karena belum banyaknya referensi yang mencukupi (Weaver and Isaacs 2008). Sel Natural Killer (NK-Sel) merupakan komponen utama kekebalan bawaan secara langsung yang dapat membunuh sel yang terinfeksi virus dengan sekresi sitokin untuk memodulasi fungsi jenis sel lain seperti sel-T dan sel dendritik (Martínez et al. 2022).

Interaksi antara mengaktifkan atau menghambat reseptor pada sel NK dan ligannya seperti molekul kompleks MHC Kelas I memulai aktivasi atau penghambatan sel Natural killer (Sel-NK). Sekresi yang mengandung perforin dan granzim dan interaksi sel-sel memediasi efek pembunuhan sel NK. Respon inflamasi pada jaringan yang meradang dimediasi oleh IFN- γ dan TNF- α yang disekresikan pada tahap awal infeksi oleh sel NK, dan sitokin ini juga terlibat dalam mengkoordinasikan sel dendritik untuk menginduksi polarisasi sel T-Helper 1 (Th1). Pada penelitian yang dilakukan oleh Earl *et.al* mengamati virus cacar monyet terhadap respon imun dari Interferon- γ pada percobaan tikus tidak ditemukan korelasi terhadap paru-paru tikus setelah infeksi intranasal, hal ini disebabkan rendahnya jumlah Sel NK (Li et al. 2006). Sel NK yang dimurnikan secara in-vitro dengan Interleukin-15 terlindungi dari virus cacar monyet. Menurut Song *et.al* infeksi virus cacar monyet bertanggung jawab atas



perubahan jumlah limfosit termasuk sel NK dan limfadenopati serta terjadi penipisan pada limfoid (Gong et al. 2022).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Townsend et.al yang menggunakan anjing sebagai model percobaan, ada peningkatan yang signifikan yaitu pada hari ketujuh setelah pasca inokulasi virus cacar monyet jumlah semua subtype seperti CD16-, CD56, CD16+, CD56+, dan sel NK (Karem et al. 2007). Jumlah sel NK di Kelenjar getah bening selama infeksi cacar monyet meningkat sebesar 4,6% sedangkan reseptor kemokin (CXCR3,CCR5,CCR6, dan CCR7) jumlah sel NK menurun (Martínez et al. 2022).

Penelitian telah menunjukkan bahwa virus cacar monyet menyebar dengan buruk melalui kontak antar manusia. Meskipun mekanisme yang terlibat dalam kekebalan virus cacar monyet terhadap sitokin antivirus, kemokin dan presentasi antigen tidak baik serta gangguan terhadap MHC Kelas I (Li et al. 2006). Pengenalan terhadap monosit yang terinfeksi virus cacar monyet oleh virus CD4+ dan CD8+ menunjukkan bahwa cacar monyet tidak memicu produksi sitokin inflamasi (IFN- γ dan TNF- α) melalui sel T-Spesifik (Sklenovská and Rans 2018).

Identifikasi gen ini masih belum diketahui, di Nigeria tidak ada laporan tentang respons sel T dan antibodi terhadap infeksi virus cacar monyet pada manusia, juga tidak ada data atau laporan tentang respons imun setelah infeksi eksperimental pada hewan percobaan. (Weaver and Isaacs 2008)

Selama 3 hari pertama pasca infeksi, sel T CD4 sangat berkurang sedangkan Sel T CD8 meningkat secara proporsional. Sel T CD4 dan CD8 sebagian besar menunjukkan fenotipe sel memori efektor, dengan pengurangan frekuensi sel naif, hal



ini menunjukkan keterlibatan aktif dengan virus (Thomas, Ellis, and Sc 2022). Respons ini sebagian besar terjadi pada mereka yang memiliki lebih banyak atau lesi yang lebih besar dan gejala sistemik. Sitokin inflamasi seperti interleukin tertentu (IL), termasuk IL-1 β , IL-6, IL-8, dan faktor nekrosis tumor TNF, hadir pada konsentrasi yang lebih tinggi pada pasien cacar monyet daripada kontrol, bertahan selama periode infeksi aktif dan bahkan ke tahap pemulihan, meskipun pada saat ini mereka tingkat berkurang. Sitokin ini sangat berkorelasi satu sama lain. Antara hari 8 dan 10, setelah fase akut, sel T CD4 teraktivasi (Thomas, Ellis, and Sc 2022).

Bentuk yang terakhir bagian dari populasi sel T memori efektor yang terdiferensiasi secara terminal yang mengekspresikan CD45RA (EMRA) dan mengekspresikan penanda senescent (CD57), sementara yang lain mengekspresikan penanda aktivasi (PD1). Ketika dirangsang oleh kumpulan peptida virus cacar monyet, darah tepi sel mononuklear (PBMC) menunjukkan respons sel T spesifik-cacar monyet di hampir setiap kasus. Kekuatan respons sel T spesifik tidak tergantung pada fitur klinis. Namun, tingkat sitokin bervariasi dengan tingkat keparahan gejala (Thomas, Ellis, and Sc 2022).

Pencegahan mengurangi risiko Infeksi pada Manusia

Selama terjadi wabah cacar monyet pada manusia, kontak dekat dengan penderita adalah faktor risiko paling signifikan untuk penularan (Lukito 2019). Mengingat tidak adanya pengobatan atau vaksin khusus, satu-satunya cara untuk mengurangi infeksi pada manusia adalah dengan meningkatkan kesadaran tentang faktor risiko dan mendidik langkah-langkah untuk mengurangi paparan virus untuk



mengurangi risiko infeksi yang pertama mencegah penularan di daerah endemi harus fokus pada menghindari kontak dengan tikus dan primata, membatasi paparan langsung terhadap darah dan daging, serta memasaknya secara matang menyeluruh sebelum dikonsumsi (Petersen, Kantele, and Yinka-ogunleye 2019).

Sarung tangan dan pakaian pelindung lain yang sesuai harus dipakai saat menangani hewan sakit atau jaringan terinfeksi dan selama prosedur pemotongan hewan. Jaga kebersihan tangan, misalnya mencuci tangan dengan sabun dan air atau menggunakan pembersih tangan berbahan dasar alkohol (Lukito 2019).

Yang kedua apabila kontak dengan manusia terinfeksi cacar monyet atau bahan terkontaminasi harus dihindari dengan menggunakan sarung tangan dan peralatan pelindung harus dipakai saat merawat penderita. Mencuci tangan teratur setelah merawat atau mengunjungi orang sakit dan apabila dicurigai terkena cacar monyet dianjurkan isolasi di ruang bertekanan udara negatif (Lukito 2019).

Jika ruang bertekanan udara negatif tidak tersedia, maka tempatkan pasien di ruang tersendiri. Tindakan pencegahan juga termasuk pemakaian masker bedah di atas hidung dan mulut pasien selama ditoleransi oleh pasien, dan menutupi luka kulit terbuka dengan kain atau gaun (Qelina and Graharti 2019). Petugas kesehatan yang merawat pasien infeksi cacar monyet terkonfirmasi, atau menangani spesimen penderita, harus menerapkan tindakan pencegahan dan pengendalian infeksi standar. Petugas kesehatan dan keluarga yang merawat pasien cacar monyet atau yang menangani sampel pasien harus dipertimbangkan agar diimunisasi terhadap cacar melalui otoritas kesehatan nasional (Qelina and Graharti 2019).



Pemberian vaksin cacar tidak boleh dilakukan kepada orang yang mengalami penurunan fungsi sistem kekebalan tubuh. Sampel dari pasien dan hewan yang diduga terinfeksi virus cacar monyet harus ditangani oleh petugas terlatih di laboratorium dengan APD yang lengkap (Lukito 2019). Transportasi spesimen pasien harus memastikan pengemasan yang aman dan mengikuti pedoman untuk bahan infeksius.

Perlu diperhatikan pada saat menangani cucian kotor dari pasien yang terinfeksi cacar monyet (misalnya, seprei tempat tidur, handuk, pakaian pribadi) untuk menghindari kontak dengan bahan luka. Cucian kotor tidak boleh diguncang atau ditangani dengan cara yang dapat menyebarkan partikel infeksius (Husna et al. 2020). Berhati-hatilah saat menangani peralatan perawatan pasien yang digunakan. Pastikan peralatan bekas pakai telah dibersihkan dengan tepat. Pastikan melakukan prosedur untuk membersihkan dan disinfeksi lingkungan perawatan pasien. Isolasi harus dilakukan hingga semua luka telah sembuh dan lapisan kulit baru telah terbentuk (Husna et al. 2020).

Keputusan penghentian isolasi harus melalui konsultasi dengan departemen kesehatan setempat. Setelah penghentian isolasi, pasien harus menghindari kontak erat dengan orang yang mengalami gangguan kekebalan tubuh (misalnya penderita HIV, penyakit kronis: diabetes, kanker, emfisema, atau gagal jantung; mendapat terapi immunosupresif: radiasi, kemoterapi sitotoksik, atau steroid) sampai semua krusta (koreng) hilang (Gong et al. 2022).



Ringkasan

Cacar monyet merupakan penyakit zoonosis akibat virus yang terjadi terutama di daerah hutan hujan tropis Afrika tengah dan barat serta telah menyebar ke luar Afrika. Meskipun cacar monyet jauh lebih ringan daripada cacar, namun dapat berakibat fatal terutama pada anak. Gejalanya antara lain demam, sakit kepala hebat, limfadenopati (pembesaran kelenjar getah bening), nyeri otot, lesu, serta gejala pada kulit muncul 1-3 hari setelah demam berupa ruam pada wajah dan menyebar di area lain di tubuh. Perubahan ruam hingga menjadi krusta terjadi dalam waktu sekitar 10 hari.

Limfadenopati merupakan ciri khas penyakit cacar monyet. Infeksi cacar monyet pada subjek manusia yang naif tampaknya menghasilkan respon imun, ditandai dengan pengurangan sel T CD4 dan CD8 naif, dengan ekspansi cepat dari sel memori efektor CD4 dan CD8 T mengekspresikan penanda permukaan CD38, PD-1, dan CD57. Tingkat aktivasi ini berkurang setelah pasien sembuh.

Sebagian besar pasien mengalami peningkatan konsentrasi sitokin inflamasi yang dihasilkan oleh sel T spesifik virus segera setelah timbulnya gejala. Level yang dinaikkan bertahan hingga masa pemulihan. Infeksi ringan dikaitkan dengan aktivasi dan diferensiasi sel T yang lebih rendah. Respon sitokin sel T yang kuat terhadap antigen virus pada 10-12 hari dari onset gejala muncul terlepas dari gejala. Meskipun virus cacar monyet menghindari pengenalan sel T, mekanisme kekebalan lainnya memungkinkan inang manusia untuk memasang respons sel T antivirus dengan cepat dan kuat, sering kali lebih baik daripada setelah terpapar virus *vaccinia*.



Daftar Pustaka

- Alakunle, Emmanuel, Ugo Moens, Godwin Nchinda, and Malachy Ifeanyi Okeke. 2020. "Epidemiology, and Evolution." : 1–30.
- Eveline M Bunge, Bernard Hoet et al. 2022. "PLOS NEGLECTED TROPICAL DISEASES The Changing Epidemiology of Human Monkeypox — A Potential Threat ? A Systematic Review." : 1–20.
<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pntd.0010141>.
- Gong, Qizan, Changle Wang, Xia Chuai, and Sandra Chiu. 2022. "Virologica Sinica Monkeypox Virus : A Re-Emergent Threat to Humans." *Virologica Sinica* 37(4): 477–82. <https://doi.org/10.1016/j.virs.2022.07.006>.
- Husna, Fikamilia et al. 2020. "Informasi Tentang Penyakit Cacar Monyet Yang Menyerang Manusia." 18: 148–54.
- Karem, Kevin L et al. 2007. "Monkeypox-Induced Immunity and Failure of Childhood Smallpox Vaccination To Provide Complete Protection □." 14(10): 1318–27.
- Li, Yu et al. 2006. "Detection of Monkeypox Virus with Real-Time PCR Assays." 36: 194–203.
- Lukito, Johan Indra. 2019. "Tatalaksana Monkeypox." 46(8): 504–9.
- Luthfiani, D D, P Sianturi, and A Kusnanto H Sumarno. 2022. "PENGARUH LAJU PENULARAN PENYAKIT DAN RATA- RATA KONTAK INDIVIDU PADA MODEL KO-INFEKSI HIV / AIDS DAN CACAR MONYET (MONKEYPOX) Abstrak 2 Model Ko-Infeksi HIV / AIDS Dan Cacar Monyet."
- Martínez, Jesús Iñigo et al. 2022. "Monkeypox Outbreak Predominantly Affecting Men Who Have Sex with Men , Madrid , Spain , 26 April to 16 June 2022." (June): 1–7.
- Petersen, Eskild, Anu Kantele, and Adesola Yinka-ogunleye. 2019. "Human Monkeypox." : 1–17.
- Qelina, Lia, and Risti Graharti. 2019. "Human Monkeypox Virus : Respon Kesiapan Darurat Dunia." 9: 483–89.
- Selb, Regina et al. 2022. "A Shift from Travel-Associated Cases to Autochthonous Transmission with Berlin as Epicentre of the Monkeypox Outbreak in Germany , May to June 2022." (June): 1–5.
- Sivapalasingam, Sumathi et al. 2007. "Immunological Memory after Exposure to Variola Virus , Monkeypox Virus , and Vaccinia Virus." 195(April 2002).
- Sklenovská, Nikola, and Marc Van Ranst. 2018. "Emergence of Monkeypox as the Most Important Orthopoxvirus Infection in Humans." 6(September): 1–12.
- Thomas, By Liji, Danielle Ellis, and B Sc. 2022. "E Kinetics of T Cell Response , the in FI Ammatory pro Fi Le , and the Pox - Speci Fi c T Cell Induction in Monkeypox Infection." : 1–5.
- Weaver, Jessica R, and Stuart N Isaacs. 2008. "Monkeypox Virus and Insights into Its Immunomodulatory Proteins." : 96–113.
- . 2009. "Monkeypox Virus and Insights into Its Immunomodulatory Proteins." (2): 96–113.