

Biologi Umum dan Patogenesis Bakulovirus

Dr. Haji Kassim bin Haji Daud
Jabatan Biologi, Universiti Brunei Darussalam
Negara Brunei Darussalam

Abstrak

Bakulovirus adalah jenis virus yang menyerang khusus jenis-jenis serangga dan invertebrata sahaja. Biologi umum dan patogenesis virus ini dalam hos-hos sasarannya telah giat dikaji selidik dalam dua dekad kebelakangan ini. Kerana kekhususannya menyerang hos-hos jenis serangga dan invertebrata, virus ini kini sudah dikenal pasti sebagai sejenis mikrob yang boleh diperkembangkan sebagai satu racun biologika yang berpotensi.

Pendahuluan

Bakulovirus (= *Baculovirus*) adalah tergolong dalam famili Bakuloviridae (= *Baculoviridae*), satu-satunya famili virus yang menjangkiti khusus jenis-jenis serangga dan invertebrata. Famili Bakuloviridae dibahagikan kepada tiga subkumpulan. Subkumpulan pertama, iaitu Subkumpulan A, mengandungi jenis-jenis bakulovirus yang dikenali dengan Virus Nuklear Polihedrosis (NPV), sementara subkumpulan kedua, iaitu Subkumpulan B mengandungi jenis-jenis bakulovirus yang dipanggil Virus Granulosis (GV). Subkumpulan ketiga, iaitu Subkumpulan C adalah terdiri daripada jenis-jenis bakulovirus yang menjangkiti kumbang pokok kelapa, *Oryctes rhinoceros* (Granados & Williams, 1986).

Biologi Umum Bakulovirus

Bakulovirus lazimnya mempunyai asid deoksiribonuklear bebenang ganda dua yang dipak menjadi nuklearkapsid-nuklearkapsid yang berbentuk rod. Nuklearkapsid-

nuklearkapsid ini kemudiannya diseliputi dengan sampul virus yang diperbuat daripada karbohidrat. Selalunya, setiap nuklearkapsid diseliputi secara tunggal dalam setiap satu sampul. Akan tetapi, terutama di kalangan Virus Nuklear Polihedrosis, ada juga terdapat nuklearkapsid-nuklearkapsid yang diseliputi secara berkumpulan atau berganda dalam satu sampul virus (Granados & Williams, 1986).

Bakulovirus-bakulovirus jenis GV dan NPV berbeza daripada bakulovirus-bakulovirus dalam subkumpulan C kerana nuklearkapsid bersampul mereka terbenam dalam hablur-hablur protein yang dikenali sebagai ketulan-ketulan kepong. Ketulan-ketulan kepong GV selalunya berbentuk kapsul dan berukuran diantara 0.2 hingga 0.5 um panjang. Hanya satu, atau kadangkala dua nuklearkapsid bersampul sahaja yang didapati dalam setiap ketulan kepong GV. (Granados & Williams, 1986; Arnott & Smith, 1968).

Ketulan-ketulan kepong NPV berbeza daripada ketulan-ketulan kepong GV kerana bentuk mereka adalah jenis-jenis polihedron - selalunya kuboid, tetrahedron ataupun dodekahedron.

Ketulan-ketulan kepong ini juga berukuran lebih besar jika dibandingkan dengan ketulan-ketulan kepong GV - iaitu di antara 0.5 hingga 15 um mengikut garis lintang. Akan tetapi, pada purata ukuran sebenar ketulan-ketulan kepong NPV ialah di antara 0.8 hingga 2 um sahaja. Selalunya, dua hingga ratusan nuklearkapsid bersampul boleh didapati dalam setiap ketulan kepong NPV, yang kerap juga dikenali dengan nama polihedron (Grandos, 1980).

Selain daripada berbeza dari segi bentuk dan ukuran ketulan-ketulan kepong mereka, virus-virus GV dan NPV juga berbeza dalam beberapa aspek yang lain. Pada umumnya, jenis-jenis NPV bolehlah dikategorikan sebagai poliorganotropik, kerana mereka selalunya didapati menjangkiti berbagai jenis tisu dalam hos sasaran mereka. Jenis-jenis GV boleh juga dikategorikan sebagai poliorganotropik. Akan tetapi jenis-jenis tisu yang dijangkiti virus-virus ini selalunya terbatas kepada sel-sel atau tisu lemak, matriks trakea, sel-sel usus dan pemakanan, dan sel-sel kulit iaitu integumen (Granados & Williams, 1986).

Dalam jenis-jenis NPV, morfogenesis virus selalunya berlaku di dalam nukleus sel-sel yang dijangkiti. Akan tetapi, replikasi dan pertumbuhan virus dalam jenis-jenis GV berlaku di dalam kedua nukleus dan sitoplasma sel-sel yang terlibat, terutama pada detik-detik akhir serangan jangkitan virus ini. Ini adalah disebabkan oleh terpecahnya membran atau sampul nukleus dalam peringkat awal proses jangkitan virus ini (Granados, 1980).

Pada umumnya, pembukaan salutan genom virus dalam proses morfogenesis berlaku pada liang-liang nuklear bagi jenis-jenis GV, dan dalam plasma nuklear bagi jenis-jenis NPV. Akan tetapi, ada terdapat beberapa pengecualian bagi kesimpulan umum ini. Misalnya virus GV yang menyerang khusus kupu-kupu jenis *Spodoptera frugiperda* telah didapati membuka salutan genom virus mereka di dalam nukleus sel-sel yang terlibat, dan sebaliknya virus NPV yang menyerang khusus kupu-kupu jenis *Pseudaletia unipuncta* membuka salutan genom mereka pada liang-liang nukleus sel-sel yang dijangkiti (Granados & Williams, 1986).

Dari segi kekhususan hos-hos yang dijangkiti, jenis-jenis virus NPV selalunya mempunyai julat sasaran yang boelh dikatakan amat luas. Sebaliknya, julat sasaran jenis-jenis GV selalunya terbatas kepada hos-hos jenis Lepidoptera atau kupu-kupu sahaja (Smith, 1976)

Patogenesis Bakulovirus

Selalunya, jenis-jenis bakulovirus lebih mudah menjangkiti peringkat larva kepada serangga-serangga sasaran kerana peringkat ini adalah sangat aktif dari segi kegiatan pemakanan mereka. Walaupun peringkat-peringkat kepompong (pupa) dan peringkat-peringkat imago atau peringkat dewasa beberapa jenis serangga telah didapati dijangkiti oleh bakulovirus, namun jangkitan ini adalah dipercayai berkemungkinan diperolehi pada masa serangga-serangga tersebut dalam peringkat larva mereka (Granados & Williams, 1986).

Dalam alam semula jadi, jangkitan bakulovirus kebanyakannya berlaku melalui jalan-jalan pemulutan (peroral) dan usus. Jangkitan melalui sistem peneluran atau peranakan, dan juga melalui sistem pernafasan (spirakel) dan keparasitan juga dipercayai berlaku, tetapi pada kadar yang paling rendah (Smith, 1976; Granados & Williams, 1986).

Pertanda-pertanda dan simptom jangkitan bakulovirus selalunya tidak nyata dan tidak dapat dikesan buat beberapa hari selepas virus-virus itu ditelan oleh serangga-serangga yang menjadi mangsa. Dalam jenis-jenis NPV dan GV, proses pertumbuhan larva adalah terbantut disebabkan oleh jangkitan virus ini. Larva-larva yang dijangkiti pada umumnya menampakkan pertanda-pertanda seperti hilang selera dan kemudiannya berhenti makan sama sekali (Granados & Williams, 1986).

Di antara pertanda-pertanda yang paling awal dapat dilihat ialah perubahan pada warna kulit dan kelakuan larva-larva yang dijangkiti. Satu contoh yang menyerlah mengenai dengan perubahan kelakuan yang disebabkan oleh jangkitan bakulovirus boleh dilihat pada larva kupu-kupu jenis *Lymantraia monacha* yang dijangkiti oleh virus NPV "Wipfelkrankheit". Dalam kes ini, larva-larva yang sarat dijangkiti selalunya dapat diperhatikan berpindah ke atas pucuk pokok-pokok di mana akhirnya mati tergantung di dahan-dahan dengan kaki depan mereka. Istilah "Wipfelkrankheit" ini ialah satu istilah bahasa German yang membawa maksud "penyakit pucuk pokok" (Huger, 1963).

Dalam jangkitan virus NPV, kulit-kulit larva selalunya menjadi bengkak dan secara perlahan-lahan bertukar warna dan kilauan dari empat hingga tujuh hari selepas mula dijangkiti. Darah atau "hemolim" yang pada asalnya jernih bertukar menjadi kabut dan putih seperti susu, sel-sel kulit dijangkiti dengan sarat, integumen atau kulit larva itu akan menjadi rapuh dan mudah pecah apabila disentuh. Kematian adalah berpunca dari kehancuran tisu dalaman, dan dengan pecahnya kulit larva itu, berjuta-juta polihedra akan dibebaskan ke persekitaran (Granados & Williams, 1986).

Patologi keseluruhan bagi larva-larva yang dijangkiti virus GV adalah pada umumnya menyerupai patologi jangkitan virus NPV yang disebutkan di atas. Pertanda permulaan yang dapat dilihat pada larva-larva yang dijangkiti virus GV ialah hilang selera untuk makan dan perubahan progresif; warna kulit menjadi putih pucat atau kuning susu, terutama pada bahagian ventral atau bawah larva-larva itu (Granados & Williams, 1986).

Pada peringkat-peringkat akhir, larva-larva yang dijangkiti virus GV menjadi

menjadi rapuh dan mudah pecah. Jika tidak, integumen larva-larva yang dijangkiti ini akan menjadi keras dan “berkulit”, dan warna larva-larva ini akan beransur-ansur menjadi hitam. Apabila larva-larva ini mati, tisu dalaman mereka akan bertukar menjadi cecair (Granados & Williams, 1986).

Ketulan-ketulan kepong NPV dan GV (iaitu polihedra-polihedra dan kapsul-kapsul) yang diluahkan oleh bangkai larva-larva yang mati kerana jangkitan bakulovirus mempunyai daya tahan yang agak tinggi kepada faktor-faktor sekitaran seperti cahaya matahari, kelembapan dan suhu yang ekstrim. Ketulan-ketulan kepong ini boleh hidup dan tinggal aktif di luar hos-hos mereka buat beberapa minggu dan mereka merupakan sumber-sumber utama agen jangkitan kepada hos-hos sasaran yang lain. Kebolehan bakulovirus menahan faktor-faktor sekitaran yang ekstrim adalah disebabkan hablur-hablur protein yang menyelubungi nuklearkapsid-nuklearkapsid dalam ketulan-ketulan kepong virus ini (Smith, 1976).

Apabila ketulan-ketulan kepong bakulovirus telah ditelan oleh hos-hos yang bakal menjadi mangsa, hablur-hablur protein yang menyelubungi nuklearkapsid virus akan dengan segera dilarutkan oleh jus penghadaman yang terdapat dalam usus tengah hos-hos sasaran itu. Pelarutan hablur-hablur protein ini juga dipercayai dilaksanakan melalui pemecahan enzimatik (Granados & Williams, 1986).

Komposisi biokimia jus-jus penghadaman dalam usus tengah hos-hos yang dijangkiti merupakan satu rintangan utama yang ditemui oleh bakulovirus dalam proses jangkitan mereka. Kajian-kajian telah menunjukkan bahawa lebih daripada 50 hingga 60 peratus nuklearkapsid-nuklearkapsid bersampul yang dibebaskan daripada hablur-hablur protein berjaya dimusnahkan oleh jus-jus penghadaman dalam serangga-serangga jenis *Trichoplusia* dan *Spodoptera frugiperda* yang dijangkiti oleh virus-virus GV (Pascheke & Summers, 1975).

Satu lagi rintangan proses jangkitan bakulovirus yang ditemui oleh nuklearkapsid bersampul yang dibebaskan dalam usus tengah serangga-serangga sasaran ialah membran peritrofi. Akan tetapi, dalam beberapa jenis larva-larva famili *Lepidoptera* atau kupu-kupu,

membran peritrofi adalah agak berlubang, dan ini membolehkan membran ini dapat ditembusi dengan mudah oleh virus-virus yang menyerang (Keddie et al., 1989; Haji Daud, 1991).

Setelah lebih kurang dua jam selepas ditelan, nuklearkapsid-nuklearkapsid bersampul virus boleh didapati pada celah-celah mikrovirus sel-sel epitelium turus dan sel-sel penjaanaan semula dalam usus tengah larva. Sel-sel epitelium turus dan sel-sel penjaanaan semula adalah dua jenis sel yang kini diketahui menjadi sasaran utama serangan bakulovirus. Sel-sel yang lain, seperti sel-sel globet mempunyai daya tahan yang tinggi menentang jangkitan virus ini (granados & Williams, 1986).

Usus-usus depan dan belakang larva adalah berasal daripada tisu ektoderma dan keduanya mempunyai pinggir yang disaluti dengan kritikel. Salutan kritikel ini bertindak sebagai rintangan yang amat sukar ditembusi oleh sebarang agen-agen mikrob termasuk bakulovirus. Oleh yang demikian, sel-sel dalam usus depan dan belakang larva jarang sekali didapati dijangkiti oleh bakulovirus (Granados, 1980).

Penutup

Virus-virus GV dan NPV adalah jenis-jenis bakulovirus yang telah banyak dikaji selidik jika dibanding dengan jenis-jenis bakulovirus dalam Subkumpulan C. Ini adalah disebabkan ketulan-ketulan kepungan mereka yang memudahkan kedua jenis virus ini dikesan pada peringkat mikroskop cahaya biasa. Setakat ini belum banyak yang dapat dibincangkan mengenai dengan biologi dan patogenesis virus-virus dalam Subkumpulan C kerana kajian-kajian mengenai virus ini masih banyak lagi sedang dijalankan dalam peringkat awal (Granados, 1980; Granados & Williams, 1986).

Oleh kerana terlalu khusus jenis-jenis haiwan yang dijangkiti oleh bakulovirus, maka ia telah pun dikenal pasti sebagai sejenis mikrob yang unggul dan selamat untuk digunakan sebagai agen biologik bagi mengawal serangga menyeluruh serangga-serangga perosak. Dewasa ini, bakulovirus adalah merupakan satu pilihan lain yang berpotensi kepada racun-

racun kimia dalam pengawalan serangga pemusnah tumbuhan di Amerika Syarikat dan negara-negara Eropah. Beberapa kajian telah berjaya menunjukkan bahawa bakulovirus boleh bertindak dengan cukup berkesan mengawal serangga-serangga yang khusus menjadi sasarannya. Penggunaan berkesan jenis-jenis bakulovirus dalam pengawalan serangan menyeluruh serangga-serangga pemusnah dalam percubaan di makmal-makmal dan di ladang-ladang telah banyak didokumentasikan dalam dua dekad kebelakangan ini (Granados & Williams, 1986).

Salah satu daripada ahli keluarga bakulovirus yang terkenal dan yang telah banyak dikaji selidik dengan meluas beberapa tahun kebelakangan ini ialah Virus Nuklear Polihedrosis yang menyerang khusus kupu-kupu jenis *Heliothis zea* (HzMNPV). Penyelidikan dan perkembangan virus ini sebagai racun serangga telah dimulakan dalam tahun 1961. Pada awal tahun 70-an, virus ini telah berjaya mencapai taraf sebagai racun serangga virus komersil. Ketika ini, virus tersebut sudah pun dipasarkan di Amerika Syarikat sebagai racun serangga virus yang selamat dan berkesan bagi mengawal serangga musuh di ladang-ladang kapas atas jenama ELCAR (Ignoffo & Couch, 1981).

Bibliografi

1. Arnott, H.J., dan Smith, K.M. (1968). Satu kajian ultra-struktur mengenai perkembangan Virus Granulosis dalam sel-sel *Plodia interpunctella*. *J. Ultrastruct. Res.* 21:251-258. (Bahasa Inggeris).
2. Granados, R.R. (1980). Penjangkitan dan cara-cara bertindak bakulovirus. *Biotech. Bioeng.* 22: 1377-1405. (Bahasa Inggeris).
3. Granados, R.R., dan Williams, K.A. (1986). Jangkitan in-vivo dan replikasi bakulovirus. Dalam buku: *Biologi Bakulovirus*. Jilid 1. (Suntingan Granados, R., & Federici, B). m.s. 89-108. CRC Press, Boca Raton. (Bahasa Inggeris).

4. Haji Daud, K.B. (1991). Patogenesis Virus Granulosis dalam larva *Plodia interpunctella*. tesis PhD, Universiti Liverpool, England. (Bahasa Inggeris).
5. Huger, A. (1963). Penyakit-penyakit granulosis dalam serangga. Dalam Buku: *Patology Serangga, Satu Huraian Lanjutan*. (Suntingan Steinhaus, E.A.) m.s. 531-575. Academic Press, London. (Bahasa Inggeris).
6. Ignoffo, C.M., dan Couch, T.L. (1981). Virus Nuklear Polihedrosis kupu-kupu jenis *Heliothis* sebagai satu racun serangga mikrob. Dalam Buku: *Kawalan Mikrobial Serangga-serangga Pemusnah dan Penyakit Tumbuhan 1970-1980*. (Suntingan Burgess, H.D.) m.s. 330-362. Academic Press London. (Bahasa Inggeris).
7. Keddie, B.A., Aponte, G.W., dan Volkman, L.E (1989). Perjalan jangkitan Virus Nuklear Polihedrosis kupu-kupu jenis *Autographa californica* dalam serangga hos. *Science*. 243: 1728-1730. (Bahasa Inggeris).
8. Paschke, J.D., dan Summers, M.D. (1975). Peristiwa-peristiwa awal dalam jangkitan usus artropod oleh virus jana penyakit. Dalam Buku: *Keimunan (Kemanglian) Invertebrata*. (Suntingan Maramorosch, M., dan Shope, R.E). m.s. 75-112. Academic Press, London. (Bahasa Inggeris).
9. Smith, K.M. (1976). *Interaksi Virus-Serangga*. Longmans, London. (Bahasa Inggeris).