

# PROSIDING WORKSHOP NASIONAL AHLI PERUBAHAN IKLIM INDONESIA

*"Dampak Perubahan Iklim di Kawasan Wallacea"*



Direktorat Mobilisasi Sumber Daya Sektoral dan Regional  
Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim  
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan



Pusat Penelitian dan Pengembangan  
Natural Heritage, Biodiversity, and Climate Change  
Universitas Hasanuddin

# PROSIDING

## Workshop Nasional Ahli Perubahan Iklim Indonesia

### *Dampak Perubahan Iklim di Kawasan Wallacea*

Makassar, 4 Juli 2018

*Reviewer:*

Dr. Ir. Roland Alexander Barkey  
Dr. Ir. Syamsu Rijal, S.Hut, M.Si, IPM

*Editor:*

Dr. Wahyu Marjaka, M.Eng.



Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan  
Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim  
Direktorat Mobilisasi Sumber Daya Sektoral dan Regional  
2018

## **Prosiding Workshop Nasional Ahli Perubahan Iklim Indonesia Dampak Perubahan Iklim di Kawasan Wallacea**

### **Penyusun:**

Dra. Ardina Purbo, M.Sc.  
Wisnu Murti, S.Hut., M.Ec.Dev., MPP.  
Rizki Amelgia, S.Hut, M.Sc

### **Reviewer:**

Dr. Ir. Roland Alexander Barkey  
Dr. Ir. Syamsu Rijal, S.Hut, M.Si, IPM

### **Editor:**

Dr. Wahyu Marjaka, M.Eng.

### **Design Sampul:**

Veby Vanadila, ST., M.Env.

### **Layout:**

Wisnu Murti, S.Hut., M.Ec.Dev., MPP.

**ISBN: 978-602-50932-5-8**

### **Hak Cipta dilindungi Undang-Undang**

Dilarang menggunakan isi maupun memperbanyak Prosiding ini sebagian atau seluruhnya, baik dalam bentuk fotocopy, cetak, mikrofilm, elektronik maupun bentuk lainnya, kecuali untuk keperluan pendidikan atau non-komersial lainnya dengan mencantumkan sumbernya sebagai berikut:

Direktorat Mobilisasi Sumberdaya Sektoral dan Regional (2018). Prosiding Workshop Nasional Ahli Perubahan Iklim Indonesia: Dampak Perubahan Iklim di Kawasan Wallacea. Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim.

### **Diterbitkan oleh:**

Direktorat Mobilisasi Sumberdaya Sektoral dan Regional,  
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan  
Gd. Manggala Wanabakti Blok VII Lt.12,  
Jl. Gatot Subroto, Jakarta 10270, Indonesia  
Telp. : +62-21-5746724; Fax.: +62-21-5700247  
e-mail : mobilisasikhk@gmail.com  
website : <http://ditjenppi.menlhk.go.id/>

## KATA PENGANTAR



Dalam *Nationally Determined Contribution* (NDC), Indonesia telah berkomitmen untuk menurunkan emisi sebesar 29 % (*Business as Usual*) dan 41 % dengan bantuan internasional pada tahun 2030. Komitmen tersebut harus diterjemahkan di tingkat nasional maupun sub nasional, melalui beragam instrumen kebijakan dan program yang disesuaikan dengan karakteristik di setiap wilayah. Dalam menerjemahkan *NDC into Actions*, DJPPI telah menetapkan 9 program strategi implementasi NDC, yaitu: (i) pengembangan *ownership* dan komitmen, (ii) pengembangan kapasitas, (iii) *enabling environment*, (iv) penyusunan rencana kerja dan jaringan komunikasi, (v) kebijakan satu data GRK, (vi) penyusunan kebijakan, rencana dan program (KRP) intervensi, (vii) penyusunan pedoman implementasi NDC, (viii) implementasi NDC, dan (ix) pemantauan dan review NDC.

Untuk mencapai komitmen tersebut, ahli perubahan iklim mempunyai peran yang sangat strategis sebagai *agent of change* yang tidak hanya memberikan input bagi kebijakan pemerintah daerah maupun pusat, namun harus bisa membawa kepentingan nasional ke tingkat global. Di Indonesia sudah banyak hasil penelitian, namun sayangnya banyak hasil penelitian yang tidak diketahui dan dimanfaatkan untuk masyarakat maupun sebagai bahan pengambilan keputusan. Selain itu hasil penelitian Indonesia sangat sedikit yang dimuat di jurnal internasional, sehingga tidak muncul dalam laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Masih menjadi pekerjaan rumah kita untuk mendorong agar peneliti Indonesia dapat mempublikasikan hasilnya dalam jurnal internasional.

Sebagai salah satu upaya meningkatkan peran para ahli perubahan iklim, Ditjen Pengendalian Perubahan Iklim Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan bersama-sama dengan Universitas Hasanuddin (*Puslitbang Natural Heritage, Biodiversity and Climate Change*) mengadakan Workshop Nasional Ahli Perubahan Iklim Indonesia dengan tema “Dampak Perubahan Iklim di Kawasan Wallacea”. Selain untuk mendiseminasikan hasil-hasil penelitian, kajian dan pemikiran dalam rangka penanganan perubahan iklim di region Sulawesi, workshop ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan peningkatan kapasitas pengendalian perubahan iklim di region Sulawesi, mensosialisasikan program prioritas nasional pengendalian perubahan iklim, dan penguatan jaringan ahli perubahan iklim.

Atas terselenggaranya workshop serta tersusunnya Prosiding ini, kami mengucapkan terima kasih kepada para pihak yang telah memberikan kontribusinya.

Semoga prosiding ini bermanfaat.

Jakarta, Agustus 2018  
Direktur Mobilisasi Sumberdaya  
Sektoral dan Regional  
Ditjen Pengendalian Perubahan Iklim KLHK

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Wahyu Marjaka', written over a faint circular stamp or watermark.

**Dr. Wahyu Marjaka, M.Eng.**  
NIP 19660315 199303 1 001

## KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karuniaNya sehingga prosiding Workshop Nasional Ahli Perubahan Iklim Indonesia dapat diselesaikan.

Karakter *landscape* Sulawesi yang didukung oleh perubahan iklim, berdampak pada sistem kehidupan di dalamnya. Bencana hidrometeorologi yang setiap tahunnya terjadi, menimbulkan kerugian bagi masyarakat yang bermukim di daratan Sulawesi. Selain pengaruh bagi masyarakat, perubahan iklim juga berdampak pada keanekaragaman hayati. Buku prosiding ini memuat sejumlah artikel hasil penelitian dan kajian mengenai perubahan iklim di berbagai bidang keilmuan, yang telah dipresentasikan pada Workshop Ahli Perubahan Iklim Indonesia dengan tema “Dampak Perubahan Iklim di Kawasan Wallacea”. Rangkaian kegiatan workshop telah dilakukan selama 1 (satu) hari penuh pada tanggal 4 Juli 2018.

Rangkaian kegiatan workshop merupakan program hasil kerjasama Direktorat Mobilisasi Sumberdaya Sektoral dan Regional, KLHK, bekerjasama dengan Pusat Penelitian dan Pengembangan *Natural Heritage, Biodiversity dan Climate Change*, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Universitas Hasanuddin. Atas terselenggaranya acara workshop ini, kami mengucapkan terima kasih atas dukungan semua pihak, terutama kepada: Rektor Universitas Hasanuddin, Direktur Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim KLHK, Direktur Mobilisasi Sumberdaya Sektoral dan Regional, Direktur Adaptasi Perubahan Iklim, para pembicara dan moderator, jajaran panitia dari KLHK dan Unhas, serta para peserta workshop.

Akhir kata, jika ada yang kurang berkenan selama penyelenggaraan kegiatan seminar maupun dalam penerbitan buku prosiding ini mohon dimaafkan. Semoga apa yang telah kita lakukan ini bermanfaat bagi kemajuan kita di masa depan. Amin.

Makassar, Agustus 2018  
Kepala Puslitbang *Natural Heritage,  
Biodiversity and Climate Change*,  
Universitas Hasanuddin



Dr.Ir. Roland Alexander Barkey  
NIP 19540614198103 1 007

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
PENDAHULUAN.....	1
CATATAN SAMBUTAN.....	5
CATATAN SESI PANEL.....	7
KUMPULAN MAKALAH SESI PARALEL DAN POSTER	
1) Penguatan Kebijakan Adaptasi Perubahan Iklim dan Perhutanan Sosial dalam Upaya Mendukung Ketahanan Ekosistem Daerah Aliran Sungai (DAS) Saddang ( <i>Nurdin Radja</i> ).....	13
2) Praktek Agroforestry sebagai Salah Satu Solusi Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Kawasan Wallacea ( <i>Samuel A. Paembonan</i> ).....	21
3) Kerentanan Produktivitas Jagung berdasarkan Fluktuasi Neraca Air Lahan dan Dinamika Iklim di Gorontalo ( <i>Wawan Pembengo</i> ).....	33
4) Adaptasi Masyarakat Sekitar Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih ( <i>Nur Hayati</i> ).....	45
5) Peranan Profil Deforestasi sebagai Salah Satu Alternatif Mitigasi Perubahan Iklim ( <i>Syamsu Rijal</i> ).....	55
6) Kajian Kerentanan dan Resiko Perubahan Iklim Partisipatif di Sulawesi Tenggara ( <i>Andi Ikhsan Ambas</i> ).....	65
7) Dampak Perubahan Iklim terhadap Kekeringan dan Keragaman Hayati di Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung ( <i>Roland A. Barkey</i> ).....	75
8) Kesiapan Masyarakat Kulawi – Pipikoro dalam Pengelolaan Hutan Berbasis Agroforest Kopi ( <i>Syukur Umar</i> ).....	87
9) Potensi Kehilangan Cadangan Karbon Akibat Kebakaran Lahan pada Tipe Tutupan Lahan Savana ( <i>Heru Setiawan</i> ).....	97
10) Indikasi Perubahan Iklim dan Analisa Variabilitas Curah Hujan di Kota Palu berdasarkan Data Pengamatan Tahun 1981 - 2010 ( <i>Wenas Ganda Kurnia</i> ).....	105

11) Dampak Perubahan Iklim terhadap Pola Pemanfaatan Lahan (Studi Kasus di Desa Raa-ra Kecamatan Kolaka Timur) (Arniawati).....	114
12) Strategi Adaptasi Masyarakat Pesisir Pulau Tanakeke terhadap Perubahan Iklim (Heru Setiawan).....	124
13) Perubahan Iklim dan Infeksi Pebrin pada Ulat Sutera (Sitti Nuraeni).....	134
14) Kajian Perubahan Penggunaan Lahan dan Analisa Pendapatan Usaha Tani serta Adaptasinya terhadap Iklim di DAS Mikro Posalu Kabupaten Wakatobi (La Ode Alwi).....	143
15) Strategi Adaptasi dan Mitigasi Masyarakat Sutera Alam terhadap Perubahan Iklim (Nurhaedah M).....	154
16) Program Adaptasi Perubahan Iklim dan Ketangguhan (APIK) – Inisiatif Mewujudkan Ketangguhan terhadap Dampak Perubahan Iklim (Buttu Ma'dika).....	162
17) Penaksiran Cadangan Karbon di Hutan Kota Kelurahan Bongohulawa Kabupaten Gorontalo (Daud Sandalayuk).....	175
18) Kontribusi Bioenergi dari Hutan Rakyat untuk Pemenuhan Kebutuhan Energi Masyarakat dalam Mitigasi Perubahan Iklim di Kecamatan Baraka, Kabupaten Enrekang (M. Daud).....	185
19) Anomali Iklim Berdampak pada Produktivitas Beberapa Jenis Tanaman (Meryana Kiding Allo).....	193

## LAMPIRAN

# PERUBAHAN IKLIM DAN INFEKSI PEBRIN PADA ULAT SUTERA

Sitti Nuraeni

Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin  
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalarea Makassar 90245

Korespondensi: [nuraenisitti@gmail.com](mailto:nuraenisitti@gmail.com); [sitti.nureny@unhas.ac.id](mailto:sitti.nureny@unhas.ac.id)

## ABSTRAK

Ulatesutera (*Bombyx mori* L) dapat merespon perubahan faktor-faktor iklim harian, bulanan ataupun puluhan tahun. Respon ulatesutera terhadap faktor iklim diekspresikan secara fisiologis maupun tanggapan kerentanan terhadap infeksi patogen penyebab penyakit termasuk pebrin. Faktor iklim yang penting untuk pertumbuhan ulatesutera dan infeksi patogen adalah suhu, kelembaban udara dan curah hujan. Faktor iklim terutama suhu dan kelembaban udara dapat memicu kejadian penyakit pebrin baik di daerah tropis ataupun subtropis jika sediaan patogen dari lingkungan sangat virulen dan bibit ulatesutera sebagai inang sangat rentan. Pengamatan faktor iklim adalah penting untuk pendugaan atau prediksi kemungkinan ledakan penyakit pebrin agar dapat dilakukan tindakan pencegahan.

*Kata kunci: faktor iklim, penyakit pebrin, ulat sutera*

## I. PENDAHULUAN

Kehidupan serangga secara umum dan strategi mempertahankan diri sangat erat hubungannya dengan pola iklim (Reddy, 2013). Ulatesutera merupakan salah satu jenis serangga penghasil serat utama yang tidak luput dari pengaruh iklim. Dari waktu ke waktu ulatesutera terus menerus juga ikut merespon perubahan-perubahan iklim sebagaimana terspesiasi membentuk ras, voltinisme, moltinisme, galur-galur baru dan termasuk kepekaan terhadap penyakit.

Penyakit pebrin atau microsporidiosis adalah salah satu penyakit ulatesutera paling mematikan di setiap sentra pemeliharaan ulatesutera. Penyakit ini disebabkan oleh endoparasit, *Nosema bombycis*. Sejarah serikulture dunia mencatat bahwa kehancuran persuteraan di beberapa negara oleh karena wabah penyakit pebrin ini (Bhat *et al*, 2009; Singh *et al*, 2012). Pebrine pertama kali tercatat di Perancis pada tahun 1845 dan kemudian menyebar ke Italia, Spanyol, Suriah, dan Rumania. Wabah penyakit ini menjadi penyebab runtuhnya industri persuteraan alam Prancis dan Italia pada tahun 1865 (Vega & Kaya, 2012). Patogen pebrin dapat ditularkan secara horisontal dan secara vertikal (Singh *et al*, 2012). Penularan patogen secara horizontal adalah melalui daun atau debu dari peralatan pemeliharaan yang terkontaminasi spora kemudian masuk ke dalam pencernaan ulatesutera. Sedangkan penularan secara vertikal adalah melalui indung telur yang

diteruskan ke telur yang diletakkan sehingga menjadi bibit yang tidak memenuhi persyaratan bibit komersil.

Meskipun banyak penelitian dilakukan sebagai upaya untuk pengendalian penyakit ini, akan tetapi masih sering menimbulkan kekhawatiran bagi petani ulatsutera dan ahli serikulture dimana pun karena wabahnya sesekali dan sporadis. Penelitian yang mengaitkan pola atau anomali iklim saat ini banyak dilakukan untuk mempelajari fenomena epidemik atau pandemik penyakit pebrin. Karena itu, salah satu upaya yang dilakukan adalah meninjau literatur tentang penyakit pebrin dari ulatsutera yang berkaitan komponen iklim disajikan dalam artikel ini.

## **II. PENYAKIT PEBRIN**

### **A. Gejala Penyakit**

Nama pebrin pertama kali diberikan oleh De Quadrefagues (1860) karena pada permukaan kulit ulatsutera yang terinfeksi terbentuk bercak atau spot berwarna karat kehitaman seperti *pepper* atau lada/merica (Govindan *et al*, 1997). Gejala awal ulatsutera yang terkena penyakit pebrin adalah selera makannya hilang yang menjadikan pertumbuhan dan ganti kulitnya tidak seragam. Pada larva kecil gejalanya akut tetapi pada larva besar gejalanya kronis (Tajima, 1972). Gejala penyakit Pebrin yang terjadi pada larva instar pertama yang telah terinfeksi pada fase embrio menunjukkan tidak ada rambut tubuh, larva berwarna gelap, dan pertumbuhan lambat. Infeksi berat pada instar pertama akan segera mati. Infeksi instar kedua gejala yang terjadi seperti larva keriput, pada tubuh larva terjadi bercak berwarna karat atau bintik hitam, terutama pada tanduk caudal dan proleg, larva sulit ganti kulit dan tidak dapat membentuk pupa (Gambar 1). Gejala pada pupa gerakannya lebih lambat dan terdapat noda hitam tidak teratur pada dinding tubuh. Gejala pada ngengat, terjadi penundaan muncul/keluarnya dari kokon karena ketidakmampuan untuk menerobos kulit kokon. Sayap yang terbentuk tidak normal dan sisiknya sangat mudah lepas, Gejala pada telur, bentuknya tidak seragam dan banyak telur yang tidak dibuahi dan telur mati (Yup-lian, 1991). Pupa yang terinfeksi akan gagal bermetamorfosis menjadi dewasa. Jika berhasil jadi ngengat antenanya tidak normal, fekunditas rendah, dan telur diletakkan bertumpuk. Telur yang tidak dibuahi persentasenya tinggi, telur mudah terlepas atau tidak lengket pada kertas telur, bentuk telur tidak seragam (Singh *et al.*, 2012).



Gambar 1. Gejala infeksi pebrin pada larva instar 5

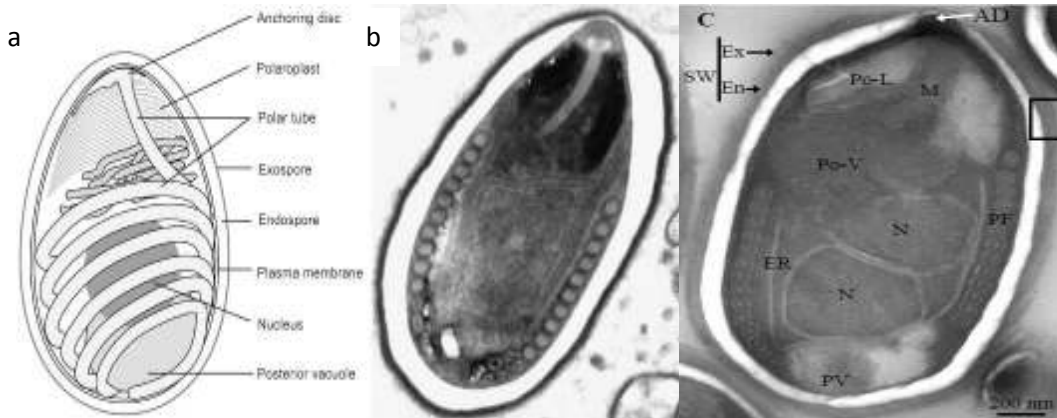
Otopsi larva menunjukkan pustul putih pada permukaan midgut pada 5 hari setelah infeksi (HSI). Pengamatan di bawah mikroskop cahaya dapat mengungkapkan adanya spora. Perbanyakkan spora berada di tingkat yang lebih cepat pada larva kecil. Infeksi larva besar mengakibatkan kontaminasi pupa dan ngengat. Berat larva, berat kokon dan rasio kulit kokon akan berkurang pasca infeksi meningkat. Sel terinfeksi berat tampak seperti karung diisi dengan parasit pada sel-sel lumen usus. Kemudian pada 8-9 HSI, spora yang berkembang dalam lumen bocor atau tertutup dalam gumpalan sitoplasma. Perubahan histopatologi kerusakan dan waktu produksi spora dipengaruhi oleh dosis spora dan umur larva (Jyothi dan Patil, 2011).

## B. Deskripsi Patogen Pebrin

Patogen penyebab penyakit pebrin pertama kali dideskripsikan oleh Nägeli pada tahun 1857 (Solter *et al.*, 2012). Penyebab penyakit pebrin adalah *Nosema bombycis* (Nageli) termasuk Microsporidia (Bhat *et al.*, 2009). Microsporidia adalah eukariota uniseluler merupakan parasit obligat dari berbagai hewan. Selama bertahun-tahun, microsporidia yang dianggap sebuah cabang awal pohon evolusi eukariotik dan ahli filogenetik awal mendukung hipotesis ini. Saat ini secara konsisten menempatkan microsporidia jauh dari pangkal pohon eukariotik dan menunjukkan adanya hubungan dengan jamur, tetapi sifat dari hubungan microsporidia-jamur belum ditentukan (Didier *et al.*, 2004; Gill dan Fast, 2006). Posisi *N. bombycis* dalam taksonomi adalah termasuk dalam Kerajaan Fungi, Filum Microspora, Kelas Microsporea, Ordo Microsporida, Sub-ordo Apanosporoblastina, Famili Nosematidae, Genus *Nosema*, Species *bombycis* (Bhat *et al.*, 2009).

Spora matang bentuknya oval dapat memantulkan cahaya, panjangnya 3,8  $\mu\text{m}$  dan lebarnya 2,0  $\mu\text{m}$  atau perbandingan panjang dan lebarnya 1,9  $\mu\text{m}$ . Spora yang belum matang bentuk dan ukuran bervariasi dan berkilau (Tajima, 1972; Bhat *et al.*, 2009). Spora terdiri atas tiga lapisan

membran (dalam, tengah, dan luar), mikropil terletak di ujung anterior, dan di bagian tengah terdapat sporoplasm, berisi empat inti. Pada setiap ujung terdapat vacuola. Salah satu ujungnya terdapat polar filamen dan polar kapsul, filamen kutub berbentuk kumparan (Yup-lian, 1991; Franzen, 2008). Terdapat tiga protein tabung polar disebut sebagai PTP1, PTP2 dan PTP3 yang dimanfaatkan dalam penerapan teknik imunologi dan molekuler untuk identifikasi fungsi dari tabung polar tersebut (Xu dan Weiss, 2005). Struktur spora *N. bombycis* dapat dilihat pada Gambar 2.

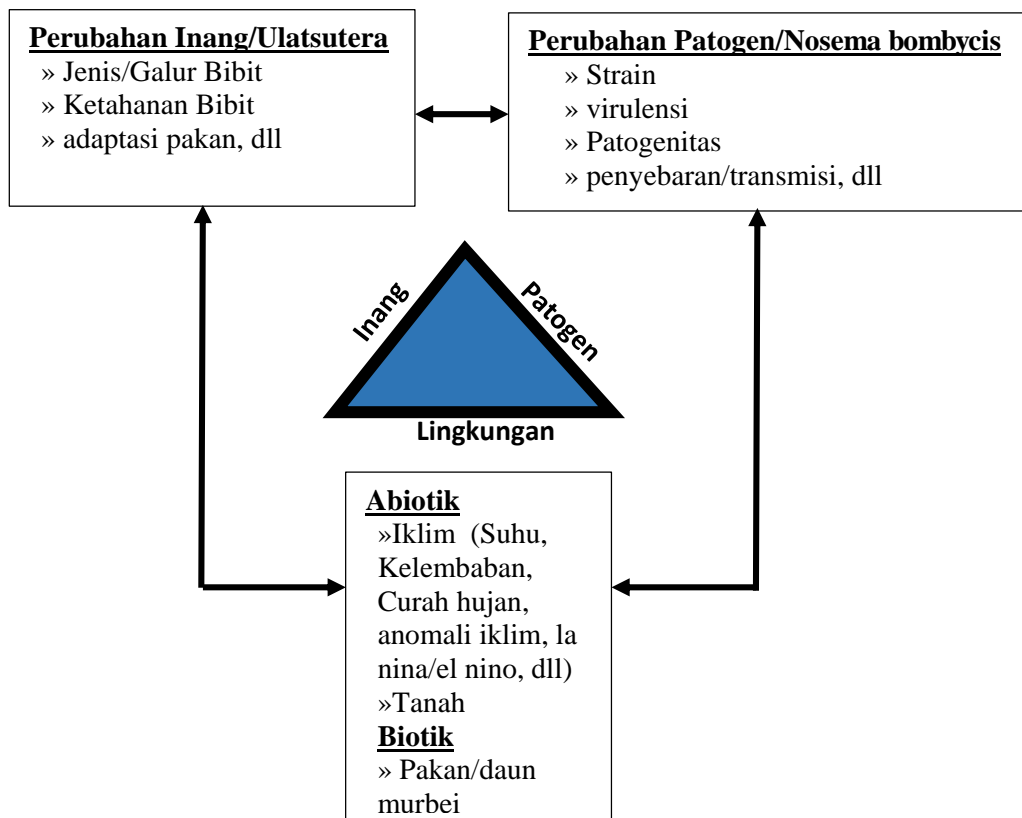


Gambar 2. Struktur spora *N. bombycis*. a, Sketsa spora dengan kumparan filamen polarnya (Franzen, 2008). b, Hasil foto TEM (Franzen, 2008). c, Organel dalam (Jian-Yang, 2007).

### C. Hubungan penyakit Pebrin dengan Inang (Ulat Sutera) dan Lingkungan

Kemampuan patogen parasit untuk bertahan dan berkembang dengan/dalam populasi inangnya tergantung pada efisiensi transmisi dari satu inang ke yang lain. Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi transmisibilitas patogen serangga dalam populasi inang; (1) Faktor patogen; (2) Faktor inang; (3) Lingkungan/perubahan iklim.

Secara klasik interaksi antara tiga faktor penting yang mempengaruhi kejadian suatu penyakit hewan ataupun tumbuhan dapat dijelaskan dengan segitiga penyakit (Gambar 3). Beberapa komponen iklim yang dapat mempengaruhi perkembangan penyakit pebrin adalah suhu, kelembaban dan curah hujan. Peranan iklim dapat menciptakan kondisi yang menguntungkan bagi patogen karena dapat menginduksi patogen avirulen menjadi virulen. Sebaliknya bagi inang memperburuk perkembangan fisiologi inang/ulatsutera sehingga sangat rentan terjadinya infeksi patogen virulen tersebut. Iklim mempengaruhi semua tahap dari siklus hidup inang dan patogen serta pengembangan penyakit. Tingkat keparahan penyakit dalam satu periode dapat berfluktuasi sesuai dengan variasi iklim. Jika kejadian penyakit berlangsung pada rentang waktu lama pada suatu lingkup area terbatas disebut epidemi. Kejadian epidemi dapat berkembang menjadi pademik jika cakupan area geografi yang lebih luas.



Gambar 3. Interaksi antara faktor yang saling mempengaruhi kejadian penyakit pebrin pada ulat sutera

Peningkatan keparahan penyakit dapat pula terjadi karena nilai gizi yang buruk dari daun yang melemahkan ulatsutera dan meningkatkan kerentanan terhadap penyakit. Kualitas daun murbei seperti kadar protein, gula dan selulosa berperan penting dalam meningkatkan pertahanan respons ulatsutera (Watanabe *et al.*, 1989). Daun murbei yang terlalu muda atau terlalu tua dan menguning meningkatkan kejadian penyakit. Ulatsutera sensitif terhadap faktor stres seperti suhu, kelembaban, nutrisi dan kepadatan populasi pada rak pemeliharaan. Faktor-faktor ini membuat ulatsutera lemah dan rentan terhadap penyakit.

Faktor yang tidak kalah pentingnya setelah ketiga faktor yang telah dibahas adalah faktor media transmisi yang menghantarkan penyebaran penyakit dari sumber inokulum ke inang berikutnya. Menurut Shapiro-Ilan *et al.* (2012), keempat komponen (patogen, inang, lingkungan dan agen transmisi) tersebut bekerja sendiri-sendiri atau kombinasi keempat komponen yang kondusif dan bekerja secara simultan dalam mengembangkan epizootik/kejadian penyakit, epidemik atau bahkan pandemik.