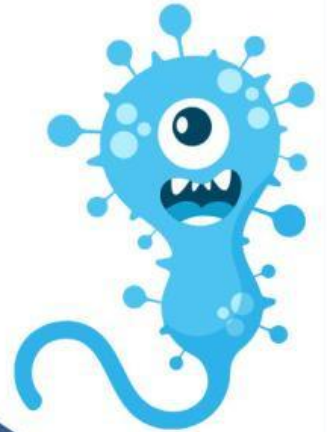
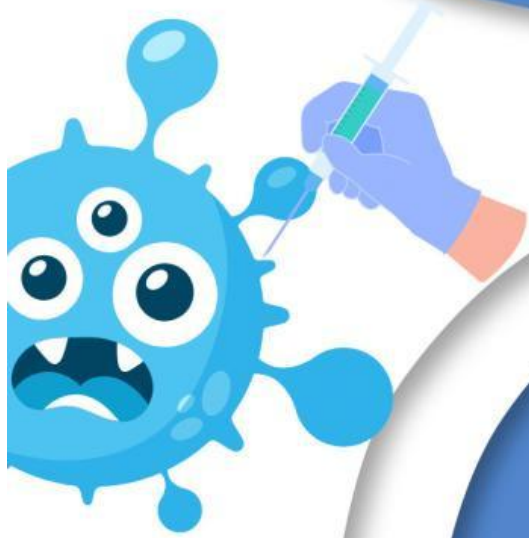




E-LKPD BIOLOGI

Berbasis PBL (Problem Based Learning)

VIRUS

NAMA KELOMPOK :

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

DISUSUN OLEH :
DESY INDRIAS WARI

FASE E

KELAS

SMA/MA

X

KATA PENGANTAR

Assalāmu'alaikum warahmatullāhi wabarakātuh.

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, e-LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. E-LKPD ini disusun sebagai salah satu perangkat pembelajaran yang bertujuan untuk membantu peserta didik dalam memahami materi pembelajaran secara aktif, mandiri, dan kontekstual.

Penyusunan E-LKPD ini mengacu pada Kurikulum Merdeka dan menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis masalah (Problem Based Learning) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif peserta didik. Selain itu, E-LKPD ini juga dirancang untuk mendukung proses pembelajaran yang menyenangkan dan bermakna, baik secara daring maupun luring.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan E-LKPD ini, baik berupa saran, masukan, maupun dukungan moral. Penulis menyadari bahwa E-LKPD ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan di masa mendatang.

Akhir kata, semoga E-LKPD ini dapat memberikan manfaat yang maksimal bagi peserta didik, guru, maupun pihak lain yang berkepentingan dalam dunia pendidikan.

Jakarta, Juni 2025
Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	•
Daftar Isi	•
Petunjuk Penggunaan	•
Capaian Pembelajaran	•
Tujuan Pembelajaran	•
Pemahaman Konsep	•
Identitas Jurnal	•
Aktivitas Diskusi	•
Refleksi	•
Rubrik Penilaian	•
Glosarium	•
Daftar Pustaka	•

PETUNJUK PENGGUNAAN E-LKPD

1. Sebelum memulai kegiatan, siswa berdoa terlebih dahulu menurut kepercayaan masing-masing.
2. Siswa duduk secara berkelompok yang terdiri dari 3-4 orang untuk memudahkan proses diskusi
3. Siswa memastikan koneksi internet pada handphone atau laptop tersambung, kemudian setelah guru memberikan link E-LKPD, siswa langsung mengakses link tersebut.
4. Siswa yang mengalami kendala dalam pengoperasian E-LKPD dapat bertanya kepada guru.
5. Siswa membaca dan memahami petunjuk penggunaan E-LKPD
Siswa dapat memilih tanda panah kesamping kanan pada layar laptop untuk membalik E-LKPD ke halaman berikutnya, atau usap layar ke kanan apabila menggunakan handphone.
6. Siswa membaca dan memahami tujuan pembelajaran.
7. Siswa melakukan setiap kegiatan pembelajaran dengan baik dan sistematis sesuai dengan tahapan model pembelajaran Problem Based Learning pada E-LKPD Setiap permasalahan yang terdapat pada E-LKPD didiskusikan bersama kelompok.
8. Siswa memahami konsep yang mendukung pemahaman dengan materi yang berkaitan.
9. Siswa melakukan kegiatan evaluasi dengan baik dan benar. Jika terdapat sesuatu yang kurang dipahami, siswa menanyakan pada guru.

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk responsif terhadap isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah. Kemampuan tersebut antara lain mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penelitian, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan merefleksi, serta mengkomunikasikan dalam bentuk proyek sederhana atau simulasi visual menggunakan aplikasi teknologi yang tersedia terkait dengan energi alternatif, pemanasan global, pencemaran lingkungan, nano teknologi, bioteknologi, kimia dalam kehidupan sehari-hari, pemanfaatan limbah dan bahan alam, pandemi akibat infeksi virus. Semua upaya tersebut diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (SDGs). Melalui keterampilan proses juga dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar pancasila.

TUJUAN PEMBELAJARAN

Aspek (Kognitif):

Pengetahuan

- Menjelaskan peran mikrobioma pada nyamuk dalam memengaruhi penularan virus Dengue, Zika, dan West Nile.
- Menganalisis hubungan antara keberadaan mikroorganisme komensal dan kemampuan virus berkembang di tubuh vektor.
- Mengevaluasi berbagai strategi biologis pengendalian vektor berbasis mikroba.

Aspek

(Psikomotorik):

Keterampilan

- Menggunakan informasi dari jurnal ilmiah untuk merumuskan permasalahan dan menyusun hipotesis ilmiah.
- Menyajikan data hasil analisis dalam bentuk grafik, tabel, atau infografis.
- Mengembangkan solusi berbasis sains terhadap kasus penyebaran penyakit akibat virus yang ditularkan nyamuk.

Aspek Sikap (Afektif):

- Menunjukkan rasa ingin tahu ilmiah dalam memahami interaksi antara mikroorganisme dan virus.
- Berperan aktif dalam diskusi kelompok dan menyampaikan pendapat dengan argumentasi ilmiah.
- Meningkatkan kesadaran akan pentingnya pendekatan biologis dalam mengatasi permasalahan kesehatan masyarakat.

PEMAHAMAN KONSEP

Selama bertahun-tahun, manusia telah berjuang mengendalikan penyebaran virus seperti Dengue, Zika, dan West Nile. Ketiganya ditularkan oleh nyamuk terutama *Aedes aegypti*. Meskipun program pemberantasan nyamuk sudah dilakukan secara masif, banyak daerah tetap mengalami lonjakan infeksi. **Apakah nyamuk semakin kuat? Atau ada faktor lain yang membuat virus makin mudah menyebar?**

Sebuah penelitian dalam jurnal **Annual Review of Virology (2025)** mengungkapkan bahwa jawabannya ada di dalam tubuh nyamuk itu sendiri. Lebih tepatnya pada komunitas mikroorganisme (mikrobioma) yang hidup bersama nyamuk.

Peran Mikrobioma pada Nyamuk!

Nyamuk tidak hidup sendiri. Dalam tubuhnya terdapat berbagai mikroba, termasuk bakteri seperti *Wolbachia*, jamur, dan virus kecil. Penelitian menunjukkan bahwa komposisi mikrobioma ini sangat memengaruhi kemampuan virus untuk berkembang biak dan ditularkan ke manusia.

Beberapa mikroba membantu virus bertahan dan berkembang di tubuh nyamuk, memperkuat kemampuannya untuk masuk ke kelenjar ludah dan akhirnya masuk ke tubuh manusia saat nyamuk menggigit. Namun, mikroba lain seperti *Wolbachia* justru menghambat replikasi virus, menjadikannya alat potensial untuk strategi pengendalian biologis.



PEMAHAMAN KONSEP



Materi tambahan secara lengkap dapat disaksikan di youtube (GIA Academy) atau dapat diakses secara langsung pada link berikut:
https://www.youtube.com/watch?v=8gll_X1XoBE&t=25s



IDENTITAS JURNAL

Received: 25 April 2023 | Revised: 15 June 2023 | Accepted: 19 June 2023
DOI: 10.1111/mpp.13373

ORIGINAL ARTICLE

Molecular Plant Pathology WILEY

Rice stripe virus nonstructural protein 3 suppresses plant defence responses mediated by the MEL-SHMT1 module

Kun Wang¹ | Shuai Fu^{1,2} | Liang Wu¹ | Jianxiang Wu¹ | Yaqin Wang¹ | Yi Xu³ | Xueping Zhou^{1,2}

¹State Key Laboratory of Rice Biology, College of Agriculture and Biotechnology, Zhejiang University, Hangzhou, China

²State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, China

³Department of Plant Pathology, College of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Nanjing, China

Correspondence

Yaqin Wang and Xueping Zhou, State Key Laboratory of Rice Biology and Breeding, College of Agriculture and Biotechnology, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China.
Email: yaqinwang@zju.edu.cn and xzhou@zju.edu.cn

Funding information

National Key Research and Development Program of China, Grant/Award Number: 2022YFD1400804; Earmarked Fund for Modern Agro-industry Technology Research System, Grant/Award Number: nycyt-x-001; Longquan Industrial Innovation Institute Project, Grant/Award Number: 109205-Y11902

Abstract

Our previous study identified an evolutionarily conserved C4HC3-type E3 ligase, named microtubule-associated E3 ligase (MEL), that regulates broad-spectrum plant resistance against viral, fungal and bacterial pathogens in multiple plant species by mediating serine hydroxymethyltransferase (SHMT1) degradation via the 26S proteasome pathway. In the present study, we found that NS3 protein encoded by rice stripe virus could competitively bind to the MEL substrate recognition site, thereby inhibiting MEL interacting with and ubiquitinating SHMT1. This, in turn, leads to the accumulation of SHMT1 and the repression of downstream plant defence responses, including reactive oxygen species accumulation, mitogen-activated protein kinase pathway activation, and the up-regulation of disease-related gene expression. Our findings shed light on the ongoing arms race between pathogens and demonstrate how a plant virus can counteract the plant defence response.

KEYWORDS

E3 ligase, NS3, plant defence response, Rice stripe virus, SHMT1

Judul : Rice stripe virus nonstructural protein 3 suppresses plant defence responses mediated by the MEL-SHMT1 module

Terindeks : Q1



AKTIVITAS DISKUSI!!



Fase 1

Orientasi terhadap masalah

Bacalah artikel ini dengan teliti dan seksama!

Di sebuah daerah penghasil beras di Asia Timur, para petani mulai panik karena sawah mereka menunjukkan gejala aneh. Tanaman padi tampak terinfeksi penyakit, namun berbeda dari biasanya. Gejalanya meliputi garis-garis klorotik (garis kekuningan) di daun dan pertumbuhan yang terhambat. Lebih mencurigakan lagi, gejala itu muncul merata bahkan pada tanaman yang sebelumnya tahan terhadap infeksi virus.

Setelah dilakukan uji laboratorium, diketahui bahwa tanaman-tanaman tersebut terinfeksi Rice Stripe Virus (RSV), virus RNA yang telah lama dikenal menyebabkan penyakit belang pada padi. Namun kali ini, sesuatu terasa berbeda: tanaman tampak tidak mengaktifkan sistem pertahanan alaminya. Biasanya, infeksi virus akan memicu respons imun tanaman seperti produksi protein pelindung, namun dalam kasus ini **respons pertahanan tanaman tidak muncul atau muncul sangat lambat.**

Tim peneliti dari lembaga bioteknologi tanaman mulai menyelidiki dan menemukan fakta menarik. Virus RSV ternyata memproduksi sebuah protein non-struktural bernama NS3, yang memiliki kemampuan unik: protein ini dapat menghambat sistem pertahanan tanaman dengan menekan modul penting bernama MEL-SHMT1. Protein ini biasanya berperan dalam pengaturan metabolisme tanaman sekaligus aktivasi jalur pertahanan terhadap patogen.

NS3 seolah-olah menyelinap ke dalam sel dan "menidurkan" sistem pertahanan dari dalam. Dengan modul MEL-SHMT1 ditekan, tanaman menjadi lebih rentan terhadap RSV. Para ilmuwan khawatir bahwa strategi virus ini bisa membuat tanaman padi kehilangan pertahanannya terhadap virus lain, dan dalam jangka panjang, bisa berdampak besar terhadap ketahanan pangan nasional.

AKTIVITAS DISKUSI!!



Fase 2

Mengorganisasi Siswa untuk Belajar

Duduk dan bergabunglah bersama kelompok yang telah dibagi oleh guru kalian. Kemudian berdasarkan bacaan artikel berita di atas, tuliskan permasalahan yang akan dibahas pada pembelajaran hari ini. Tuliskan permasalahan pada tabel di bawah ini.

No	Permasalahan
1.	
2.	
3.	
4.	
Dst.	

AKTIVITAS DISKUSI!!



Fase 3

Membimbing penyelidikan individual dan kelompok

Untuk menemukan solusi dari permasalahan yang dibahas, carilah beberapa sumber atau referensi seperti artikel, jurnal, berita atau video mengenai permasalahan tersebut. Tuliskan sumber atau referensi yang kalian ambil pada tabel di bawah ini. Diskusikan dengan kelompok kalian atau tanyakan kepada guru jika kalian mengalami kesulitan.

No	Jenis Refrensi	Judul atau Link Refrensi
1.		
2.		
3.		
4.		
Dst.		

AKTIVITAS DISKUSI!!



Fase 4

Mengembangkan dan Menyajikan hasil pemecahan masalah

Setelah melakukan penyelidikan dengan mencari informasi dari berbagai sumber, selanjutnya jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini berdasarkan informasi yang telah diperoleh. Kemudian sampaikan hasilnya di depan kelas bersama kelompok masing-masing.

Apa sebenarnya peran MEL-SHMT1 dalam pertahanan tanaman?

Bagaimana virus RSV memanipulasi mekanisme pertahanan tanaman?

Mengapa strategi virus RSV berbahaya untuk pertanian dan pangan?

Bagaimana solusi bioteknologi dapat melindungi tanaman dari RSV?

Setelah menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas, buatlah poster/infografis yang menarik mengenai solusi hingga rancangan penanganan yang telah kalian bahas. Kemudian sampaikan hasilnya di depan kelas!



Setelah menyampaikan hasil poster di depan kelas dan menyimak hasil diskusi kelompok lain, buatlah kesimpulan berdasarkan permasalahan yang telah kalian diskusikan.

Tuliskan hambatan yang kalian temui selama proses pemecahan masalah.



REFLEKSI

Setelah mengikuti pembelajaran menggunakan E-LKPD berbasis PBL pada materi "VIRUS", silahkan isi tabel refleksi di bawah ini. Isilah kolom di bawah ini menggunakan tanda centang pada angka yang sesuai dengan kondisi yang Anda alami. 1 Sangat tidak setuju, 2 Tidak setuju, 3 Biasa saja, 4 = Setuju, 5 Sangat setuju

No	Indikator Berpikir Kritis	Ketercapaian				
		1	2	3	4	5
1.	Saya mampu menuliskan apa saja permasalahan yang ditanyakan dalam soal dengan jelas dan tepat					
2.	Saya mampu memberikan argumen secara logis berdasarkan data dan fakta					
3.	Saya mampu menuliskan apa yang harus dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan					
4.	Saya mampu menuliskan penyelesaian terhadap permasalahan pada soal					
5.	Saya mampu menarik kesimpulan dari apa yang dinyatakan secara logis					
6.	Saya mampu menjelaskan ulang tentang apa yang dikerjakan atau dituliskan					