

**PREVALENSI VIRUS PADA IKAN PELAGIS DAN DEMERSAL IMPOR
TAHUN 2021-2022 YANG DIINVENTARISIR DI BALAI BESAR
KARANTINA IKAN PENGENDALIAN MUTU DAN KEAMANAN HASIL
PERIKANAN (BBKIPM) JAKARTA I**

(Skripsi)

Oleh

**NOVIKA AZZAHRA YUSMAN
1954221001**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PREVALENSI VIRUS PADA IKAN PELAGIS DAN DEMERSAL IMPOR TAHUN 2021-2022 YANG DIINVENTARISIR DI BALAI BESAR KARANTINA IKAN PENGENDALIAN MUTU DAN KEAMANAN HASIL PERIKANAN (BBKIPM) JAKARTA I

Oleh

NOVIKA AZZAHRA YUSMAN

Kondisi impor di Indonesia memicu masuknya produk perikanan dari berbagai negara, sehingga diperlukan pemantauan secara ketat terhadap virus, terutama virus yang mendominasi pada ikan pelagis dan demersal impor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keragaman jenis virus yang sering menginfeksi ikan pelagis dan demersal impor, serta menganalisis tingkat prevalensi terhadap keberadaan virus yang menginfeksi ikan pelagis dan demersal impor. Penelitian dilaksanakan di BBKIPM Jakarta I pada bulan Januari sampai Februari 2023. Metode analisis yang digunakan kuantitatif deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) beragam virus yang dijumpai dan menginfeksi produk ikan pelagis impor antara lain VNN, VHS, RSBIV, IHN, ISAV, EHN, SVC, dan SAV, sedangkan virus yang dijumpai dan menginfeksi produk pada ikan demersal impor yaitu VNN, VHS, dan RSBIV dengan nilai prevalensi virus tertinggi di atas rata-rata pada VNN, VHS dan RSBIV; (2) terjadi kenaikan tingkat prevalensi virus pada ikan demersal tahun 2022, namun pada waktu yang sama ikan pelagis ditemukan mengalami penurunan.

Kata kunci : virus, impor, ikan pelagis dan demersal, prevalensi

ABSTRACT

THE VIRUS PREVALENCE OF IMPORTED PELAGIC AND DEMERSAL FISH IN 2021-2022 INVENTORIED AT BALAI BESAR KARANTINA IKAN PENGENDALIAN MUTU DAN KEAMANAN HASIL PERIKANAN (BBKIPM) JAKARTA I

By

NOVIKA AZZAHRA YUSMAN

Import conditions in Indonesia trigger an influx of fishery products from various countries. Therefore, it is necessary to closely monitor viruses, especially those that dominate in imported pelagic and demersal fish in Indonesia. The study aimed to analyze the diversity of virus types that often infect imported pelagic and demersal fish, as well as to analyze the prevalence rate of the presence of viruses that infect imported pelagic and demersal fish. The study was conducted at BB-KIPM Jakarta I on January until February 2023. The quantitative descriptive analysis method was used. The results of the study showed that (1) The various viruses encountered and infected with imported pelagic fish products include VNN, VHS, RSBIV, IHN, ISAV, EHN, SVC, and SAV, while viruses encountered and infecting products in imported demersal fish are VNN, VHS, and RSBIV, with the highest virus prevalence values above average in VNN, VHS, and RSBIV; (2) there was an increase in virus prevalence rates in demersal fish in 2022, however in the same year pelagic fish were found to have declined.

Keywords: virus, import, pelagic and demersal fish, prevalence

**PREVALENSI VIRUS PADA IKAN PELAGIS DAN DEMERSAL IMPOR
TAHUN 2021-2022 YANG DIINVENTARISIR DI BALAI BESAR
KARANTINA IKAN PENGENDALIAN MUTU DAN KEAMANAN HASIL
PERIKANAN (BBKIPM) JAKARTA I**

Oleh

NOVIKA AZZAHRA YUSMAN

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Program Studi Ilmu Kelautan
Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi :

PREVALENSI VIRUS PADA IKAN PELAGIS DAN DEMERSAL IMPOR TAHUN 2021-2022 YANG DIINVENTARISIR DI BALAI BESAR KARANTINA IKAN PENGENDALIAN MUTU DAN KEAMANAN HASIL PERIKANAN (BBKIPM) JAKARTA I

Nama Mahasiswa :

Novika Azzahra Yusman

Nomor Pokok Mahasiswa :

1954221001

Jurusan/Program Studi :

Perikanan dan Kelautan/Ilm. Kelautan

Fakultas :

Pertanian



1. **Komisi Pembimbing**

Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si.

NIP.197412122000031002

Anma Hari Kusuma, S.I.K., M.Si.

NIP.199001202019031011

2. **Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan**

Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.

NIP.197008151999031001

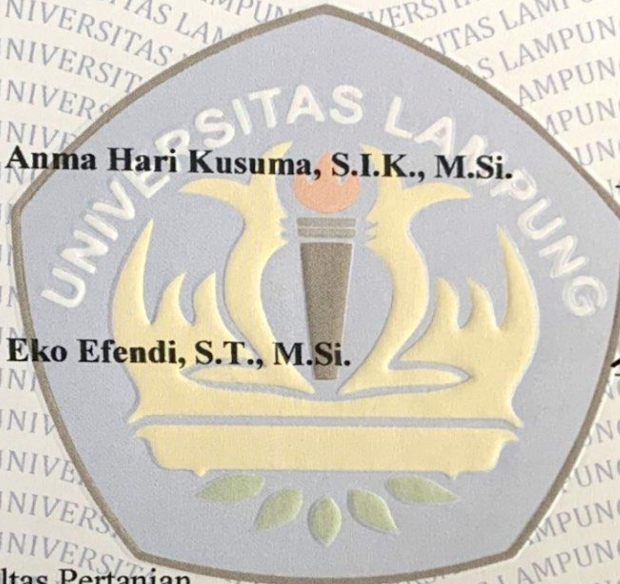
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si.

Sekretaris : Anma Hari Kusuma, S.I.K., M.Si.

Anggota : Eko Efendi, S.T., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal lulus ujian skripsi: 20 Desember 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Novika Azzahra Yusman

NPM : 1954221001

Judul Skripsi : Prevalensi Virus pada Ikan Pelagis dan Demersal Impor Tahun 2021-2022 yang Diinventarisir di Balai Besar Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (BBKIPM) Jakarta I

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis merupakan hasil karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan, pengalaman, dan data yang saya peroleh dari hasil penelitian yang sudah saya lakukan. Selain itu, semua yang tertulis di dalam skripsi sudah sesuai dengan panduan penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terbukti terdapat kecurangan atau salinan yang berasal dari karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Mei 2024



Novika Azzahra Yusman

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Cilegon, Provinsi Banten pada tanggal 19 November 2000. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Sudirman dan Ibu Yusniar.

Penulis menyelesaikan pendidikan formal dari Taman Kanak-kanak An-Nur pada tahun 2007, SD Negeri Simpang 3 pada tahun 2013, SMP Negeri 4 Cilegon pada tahun 2016, dan SMA Negeri 2 Krakatau Steel Cilegon pada tahun 2019. Pada tahun 2019, penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SMMPTN Barat.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan Universitas Lampung sebagai anggota pada periode 2020-2021. Penulis pernah mengikuti program magang mandiri di Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (SKIPM) Merak pada tahun 2021. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Cipicung, Kecamatan Cikedal, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten pada bulan Januari-Februari 2022. Penulis mengikuti kegiatan Praktik Umum (PU) di Balai Besar Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (BB-KIPM) Jakarta I pada Juni-Agustus 2022. Penulis juga melakukan penelitian di Balai Besar Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Jakarta I pada Januari-Februari 2023.

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan karunia, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Selawat dan salam tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kebodohan hingga ke zaman yang berilmu.

Kupersembahkan karya ini kepada

Ayah dan Ibu Tercinta

Karya skripsi ini penulis persembahkan dengan rasa terima kasih kepada ayah dan ibu tercinta. Terima kasih atas segala perjuangan, doa, dukungan, kasih sayang, dan motivasi kepada penulis yang tidak terhitung. Semoga segala ilmu dan karya yang telah dibuat oleh penulis dapat membuat ayah dan ibu bangga, serta segala perjuangan kalian menjadi amal jariyah untuk menuju surga-Nya.

Saudara dan Orang terdekat

Karya skripsi ini juga penulis persembahkan kepada saudara tercinta (Abang Harist, Nabila Chaura, Abang Syafnil, Kak Mulya, Ande At, dan Ande Anis) serta orang-orang terdekat penulis. Terima kasih selalu mendampingi, memberikan semangat, dan mendukung penulis. Terima kasih pula sudah menjadi tempat yang nyaman bagi penulis dalam mencurahkan segala keluh dan kesah yang penulis rasakan selama menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.

Seluruh Keluarga Besar Ilmu Kelautan 2019

Terima kasih atas pengalaman dan kenangan yang berharga selama perkuliahan.

Terima kasih sudah berjuang bersama dalam senang, susah, tangisan, dan gembira. Semoga kita dapat berjumpa kembali sebagai orang sukses, lebih baik, dan dipenuhi kebahagiaan.

Serta,

Almamater kebanggaan, Universitas Lampung

MOTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(QS. Al-Baqarah, 2 : 286)

“Cukuplah Allah (menjadi penolong) bagi kami dan Dia sebaik-baik pelindung.”

(QS. Ali Imran, 3 : 173)

“Allah mencintai pekerjaan yang apabila bekerja ia menyelesaikannya dengan baik.”

(HR. Thabrani : 891)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”

(QS. Al-Insyirah, 94 : 5-6)

“Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras. Tidak ada keberhasilan tanpa kebersamaan. Dan tidak ada kemudahan tanpa doa.”

(Ridwan Kamil)

“Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar.”

(QS. Ar-Rum, 30 : 60)

SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT Maha Pengasih dan Maha Penyayang, yang telah melimpahkan segala kenikmatan-Nya sehingga penulis mampu menyusun skripsi yang berjudul “Prevalensi Virus pada Ikan Pelagis dan Demersal Impor Tahun 2021-2022 yang Diinventarisir di Balai Besar Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (BBKIPM) Jakarta I” yang berlokasi di Kecamatan Benda, Kota Tangerang, Provinsi Banten. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P, selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si, selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Universitas Lampung;
3. Dr. Henky Mayaguezz, S.Pi., M.T, selaku Ketua Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Lampung;
4. Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si, selaku Pembimbing I yang telah memberi arahan dan bimbingan dalam proses penyusunan skripsi;
5. Anma Hari Kusuma, S.I.K., M.Si, selaku Pembimbing II yang telah memberi arahan dan bimbingan dalam proses penyusunan skripsi;
6. Eko Efendi, S.T., M.Si, selaku Pembahas yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan nasihat, bimbingan, serta ilmu, masukan dan saran pada skripsi;
7. Orang tua dan saudara-saudara penulis yang mendoakan dan memberi semangat pantang menyerah;

8. Nabila dan Meisi Yulanda yang sudah membantu dalam kegiatan pengambilan data penelitian dan selalu mengingatkan kewajiban dalam menyelesaikan skripsi, dan
9. Teman-teman program studi Ilmu Kelautan 2019 yang selalu memberi senyuman sebagai penyemangat dan teman-teman Jurusan Perikanan dan Kelautan 2019 yang selalu memberi dukungan.

Penulis berharap penyusunan skripsi dapat membantu dan memberikan informasi kepada mahasiswa lain dan juga masyarakat umum. Penulis juga menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi, maka segala saran, dan kritik yang membangun sangat dibutuhkan oleh penulis.

Bandar Lampung, Mei 2024

Novika Azzahra Yusman

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Pemikiran.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Definisi Penyakit Ikan.....	6
2.2 Virus.....	7
2.2.1 Bentuk dan Ukuran Virus	7
2.2.2 Morfologi Virus	8
2.2.3 Pengembangbiakan Virus	10
2.2.4 Peran Virus.....	11
2.3 Prevalensi Virus	12
2.4 Perdagangan Internasional	12
2.4.1 Pengertian Impor	13
2.5 Virus Jenis Produk Ikan Impor	13
2.5.1 <i>Viral Nervous Necrosis</i> (VNN).....	14
2.5.2 <i>Viral Hemorrhagic Septicemia</i> (VHS).....	14
2.5.3 <i>Red Seabream Iridovirus</i> (RSBIV).....	15
2.5.4 <i>Infectious Haematopoietic Necrosis</i> (IHN).....	15
2.5.5 <i>Infectious Salmon Anemia Virus</i> (ISAV)	16
2.5.6 <i>Epizootic Haematopoietic Necrosis</i> (EHN)	17
2.5.7 <i>Spring Viremia of Carp</i> (SVC)	17
2.5.8 <i>Salmonid Alphavirus</i> (SAV)	18
2.6 Ikan Impor Pelagis dan Demersal	18
2.7 Pengamatan Virus	19
2.7.1 <i>Real-time PCR</i>	19
2.7.2 PCR Konvensional	20

III. METODE PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat	22
3.2 Alat dan Bahan	22
3.3 Metode Penelitian	23
3.3.1 Pengolahan Data Tahunan	23
3.4 Analisis Data	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Keragaman Jenis Ikan Pelagis dan Demersal Impor	26
4.2 Keragaman Jenis Virus pada Ikan Pelagis Impor	29
4.2.1 Keragaman Jenis Virus pada Ikan Demersal Impor	34
4.3 Prevalensi Virus pada Ikan Pelagis dan Demersal Impor	36
4.3.1 Prevalensi Virus VNN pada ikan Pelagis dan Demersal Impor	37
4.3.2 Prevalensi Virus VHS pada Ikan Pelagis dan Demersal Impor	38
4.3.3 Prevalensi Virus RSBIV pada Ikan Pelagis dan Demersal Impor ...	39
V. KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat penelitian.....	22
2. Bahan penelitian.....	23
3. Kategori prevalensi	25
4. Jenis ikan pelagis impor tahun 2021-2022.....	26
5. Jenis ikan demersal impor tahun 2021-2022	28
6. Prevalensi virus pada ikan impor tahun 2021	36
7. Prevalensi virus pada ikan impor tahun 2022	36
8. Prevalensi virus pada ikan pelagis impor.....	37
9. Prevalensi virus pada ikan demersal impor	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran.....	5
2. Bentuk virus	8
3. Struktur tubuh virus	10
4. Replikasi virus	11
5. Metode pengolahan data tahunan.....	23
6. Frekuensi rata-rata dijumpainya virus pada ikan pelagis impor Indonesia (2021-2022).....	31
7. Frekuensi rata-rata dijumpainya virus pada ikan demersal impor Indonesia (2021-2022).....	34
8. Ikan makerel <i>Scomber scombrus</i> (Linnaeus, 1758).....	52
9. Ikan salem <i>Scomber japonicus</i> (Houttuyun, 1782).....	53
10. Ikan tenggiri melayu <i>Scomberomorus commerson</i> (Lacepede, 1800).....	54
11. Ikan tenggiri papan <i>Scomberomorus guttatus</i> (Bloch dan Schneider, 1801). 55	
12. Ikan bawal jepang <i>Trachinotus blochii</i> (Lacepede, 1801).....	56
13. Ikan tuna <i>Thunnus alalunga</i> (Bonnaterre, 1788)	57
14. Ikan tuna sirip biru atlantik <i>Thunnus thynnus</i> (Linnaeus, 1758)	58
15. Ikan tuna sirip biru pasifik <i>Thunnus orientalis</i> (Temminck dan Schlegel, 1844)	59

16. Ikan sarden <i>Sardinella lemuru</i> (Bleeker, 1853).....	60
17. Ikan kuwe batu <i>Seriola dumerili</i> (Risso, 1810)	61
18. Ikan kembung jepang <i>Trachurus japonicus</i> (Temminck dan Schlegel, 1844)	62
19. Ikan cakalang <i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus, 1758).....	63
20. Ikan pollock alaska <i>Gadus chalcogrammus</i> (Pallas, 1814)	64
21. Ikan salmon <i>Salmo salar</i> (Linnaeus, 1758)	65
22. Ikan trout coklat <i>Salmo trutta</i> (Linnaeus, 1758).....	66
23. Ikan trout <i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792).....	67
24. Ikan sebelah <i>Paralichthys olivaceus</i> (Temminck dan Schlegel, 1846)	68
25. Ikan kakap <i>Lutjanus champechanus</i> (Puisi, 1860)	69
26. Ikan white croaker <i>Genyonemus lineatus</i> (Ayres, 1855)	70
27. Ikan buntal <i>Arothron meleagris</i> (Lacepede, 1798).....	71
28. Ikan kerapu bebek <i>Cromileptes altivelis</i> (Velenciennes, 1828).....	72
29. Ikan ekor kuning <i>Caesio cuning</i> (Bloch, 1791)	73
30. Prosedur pengujian virus	74
31. Kurva pengujian positif virus pada ikan pelagis dan demersal impor	79
32. Kurva pengujian negatif virus pada ikan pelagis dan demersal impor	79
33. Sebaran prevalensi virus pada ikan impor berdasarkan negara asal	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Deskripsi ikan-ikan pelagis yang diimpor Indonesia.....	52
2. Deskripsi ikan-ikan demersal yang diimpor Indonesia.....	68
3. Prosedur pengujian virus	74
4. Hasil pengujian virus	79
5. Sebaran prevalensi virus pada ikan impor berdasarkan negara asal	80
6. Jumlah pengajuan pemeriksaan virus pada ikan impor di BBKIPM Jakarta I berdasarkan jenis ikan dan negara asal tahun 2021-2022.....	81

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim dengan luas wilayah laut lebih dari 5 juta km² dan garis pantai sepanjang 95,181 km memiliki potensi besar untuk mengembangkan ekonomi biru. Menurut KKP (2020), salah satu sektor yang berperan penting dalam ekonomi biru adalah perikanan tangkap, khususnya ikan pelagis dan demersal yang merupakan komoditas primadona dalam pasar domestik maupun internasional. Menurut data statistik KKP (2022), total nilai impor hasil perikanan pada tahun 2021 mencapai 476,9 juta USD dan pada tahun 2022 mencapai 702,1 juta USD, dengan total nilai impor ikan pelagis pada tahun 2021 mencapai 39,3 juta USD dan pada tahun 2022 mencapai 46 juta USD, sedangkan pada ikan demersal pada tahun 2021 mencapai 20,6 juta USD dan pada tahun 2022 mencapai 27,5 juta USD.

Menurut Dewi dan Hilma (2011), pada era perdagangan global, kebijakan perdagangan menjadi sangat penting untuk mendorong percepatan pertumbuhan ekonomi, memperkuat ketahanan pangan, mengurangi kemiskinan dengan tetap mempertimbangkan perlindungan terhadap pelaku usaha dan industri domestik. Secara umum perdagangan global pada dasarnya terdiri dari kegiatan ekspor dan impor. Kondisi impor di Indonesia memicu masuknya produk perikanan dari berbagai negara, sehingga dapat meningkatkan arus perdagangan komoditas perikanan internasional yang berpotensi memperbesar peluang kemungkinan masuk dan tersebarnya hama dan penyakit ikan karantina (HPIK) serta ancaman

yang dapat membahayakan kelestarian sumber daya alam hayati ikan di dalam wilayah NKRI.

Balai Besar Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (BBKIPM) Jakarta I menerapkan sistem mutu dalam melakukan pengujian virus pada produk perikanan. Penerapan sistem mutu dilakukan dua sisi, yaitu ekspor dan impor. Sistem mutu tersebut bertujuan untuk menjamin kesehatan ikan dan mutu produk perikanan yang memenuhi persyaratan pasar domestik dan internasional. Ikan pelagis dan demersal impor yang masuk BBKIPM harus melewati proses karantina dan pengujian kualitas yang ketat sebelum diperdagangkan di Indonesia. Ikan pelagis dan demersal rentan terhadap ancaman penyakit akibat virus yang dapat menurunkan kualitas dan produktivitasnya. Virus merupakan jenis patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada ikan dan mengakibatkan kerugian yang sangat signifikan dalam waktu yang singkat dengan tingkat kematian yang tinggi dibandingkan jenis patogen lainnya (Sunarto *et al.*, 2009). Pengujian virus dilakukan sesuai dengan standar pelayanan yang telah ditetapkan oleh BBKIPM Jakarta I yang meliputi pemeriksaan sampel, preparasi sampel, dan pengujian PCR *real time*.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penting dilakukan penelitian untuk mempelajari tingkat keamanan dan kesehatan ikan pelagis dan demersal impor yang beredar di pasar Indonesia dengan cara menghitung nilai prevalensi virus untuk dapat melihat tren ikan yang terinfeksi virus di BBKIPM Jakarta I.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian adalah:

1. menganalisis keragaman jenis virus yang sering menginfeksi ikan pelagis dan demersal impor di Balai Besar Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (BBKIPM) Jakarta I,

2. menganalisis tingkat prevalensi terhadap keberadaan virus yang menginfeksi ikan pelagis dan demersal impor di Balai Besar Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (BBKIPM) Jakarta I.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian, yaitu memberikan informasi ilmiah mengenai keragaman jenis virus dan prevalensi pada ikan impor tahun 2021-2022, serta sebagai bahan pertimbangan dalam pengelolaan standar mutu ikan impor.

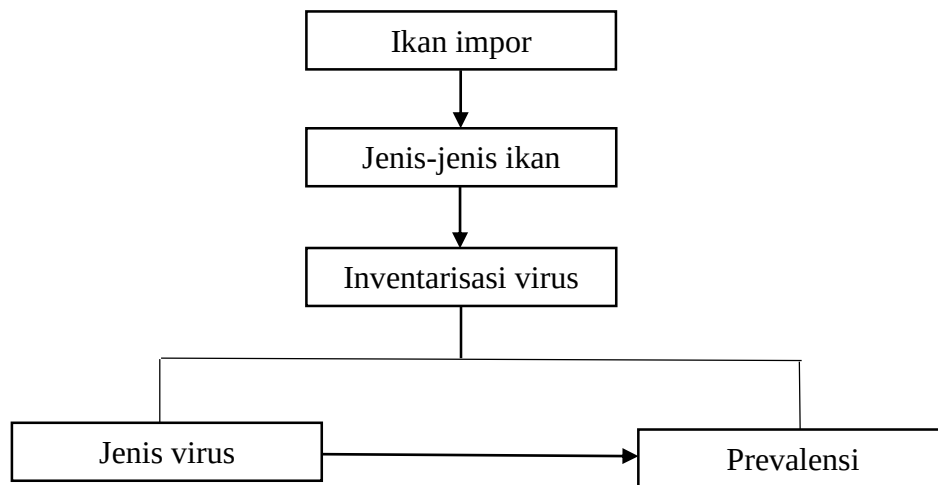
1.4 Kerangka Pemikiran

Virus merupakan jenis patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada ikan dan mengakibatkan kerugian yang sangat signifikan dalam waktu yang singkat dengan tingkat kematian yang tinggi dibandingkan dengan jenis patogen lainnya (Sunarto *et al.*, 2009). Produk ikan impor konsumsi merupakan salah satu sumber protein hewani yang banyak diminati oleh masyarakat. Namun produk ikan impor konsumsi juga berpotensi terkontaminasi oleh virus yang dapat menimbulkan dua dampak utama yaitu dampak ekonomi dan dampak ekologi. Dampak ekonomi yang ditimbulkan virus pada produk ikan impor konsumsi adalah adanya pembatasan impor oleh negara tujuan. Pembatasan impor tersebut dapat mengurangi pendapatan dari sektor perikanan, mengganggu rantai pasokan, dan menimbulkan kerugian bagi pelaku usaha. Selain itu, pembatasan impor juga dapat memicu kenaikan harga produk ikan di pasar domestik, yang dapat memengaruhi daya beli masyarakat (Agbayani *et al.*, 1997).

Dampak ekologi yang ditimbulkan virus pada produk ikan impor konsumsi adalah adanya ancaman bagi kesehatan manusia. Virus yang terdapat pada produk ikan impor konsumsi dapat menular ke manusia melalui kontak langsung atau konsumsi dapat menyebabkan keracunan makanan jika ikan yang terinfeksi virus dikonsumsi (FAO, 2018). Virus tersebut dapat menyebabkan penyakit infeksius, seperti AHPND atau TiLV, yang dapat berakibat fatal bagi manusia. Selain itu,

virus tersebut dapat menyebar ke lingkungan perairan dan menginfeksi ikan lokal, yang dapat mengancam keberlanjutan sumber daya perikanan (Ronald, 2012).

Produk ikan impor yang masuk ke Indonesia harus dipantau dan diuji secara ketat untuk membantu mencegah penyebaran virus dan melindungi kesehatan konsumen serta menjaga ketahanan pangan. Virus pada produk ikan impor berdampak pada ketahanan pangan karena dapat mempengaruhi produksi dan pasokan ikan, jika produksi ikan disuatu daerah tersebut terganggu dan menyebabkan peningkatan harga ikan di pasar, maka dapat mempengaruhi aksesibilitas dan ketersediaan ikan bagi masyarakat. Peningkatan harga ikan juga dapat memengaruhi keberlanjutan usaha perikanan lokal, karena masyarakat mungkin tidak dapat membeli ikan dengan harga yang cukup untuk mendukung keberlangsungan usaha para nelayan atau peternak ikan lokal. Oleh karena itu, penting untuk memastikan ketersediaan ikan yang cukup dan stabil dalam pasaran, agar masyarakat dapat mengakses ikan dengan harga yang terjangkau dan dapat memenuhi kebutuhan nutrisi mereka (Tacon dan Metian, 2015). Adapun kerangka pemikiran pada penelitian disajikan dalam bentuk bagan alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Penyakit Ikan

Penyakit ikan adalah suatu keadaan yang menyebabkan perubahan fisik, morfologi, atau fungsi dari kondisi normal ikan akibat beberapa faktor. Menurut Jasmanindar (2011), penyakit ikan dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu penyakit infeksius dan noninfeksius. Penyakit infeksius disebabkan oleh organisme patogen seperti virus, bakteri, jamur, dan parasit yang menyerang ikan dan mengganggu kesehatannya. Penyakit tersebut dapat menyebar dari satu ikan ke ikan lain melalui kontak langsung atau tidak langsung, seperti air atau makanan yang terkontaminasi, sedangkan penyakit noninfeksius disebabkan oleh faktor lingkungan seperti perubahan suhu, kualitas air yang buruk, tingkat oksigen yang rendah, paparan racun atau bahan kimia, dan stres. Penyakit tersebut tidak menular dan dapat dicegah dengan melakukan pengendalian lingkungan, perbaikan genetik, pemberian pakan yang sesuai, dan pengobatan yang tepat (Woo dan Cipriano, 2019).

Penyakit ikan dapat dideteksi dengan mengamati gejala, tanda, atau perubahan yang terjadi pada ikan. Beberapa gejala umum yang dapat menunjukkan adanya penyakit ikan adalah kurangnya nafsu makan, kecenderungan untuk menjadi tidak terlalu aktif, selaput atau lendir yang tidak biasa pada tubuh ikan, dan adanya goresan. Selain itu, penyakit ikan dapat diobati dengan berbagai cara, bergantung pada jenis dan tingkat keparahannya, seperti memberikan obat-obatan yang sesuai dengan penyakit ikan, mengisolasi ikan yang sakit, dan mengubah atau membersihkan air secara berkala untuk menghilangkan patogen atau polutan (Mahasri dan Kismiyati, 2015).

2.2 Virus

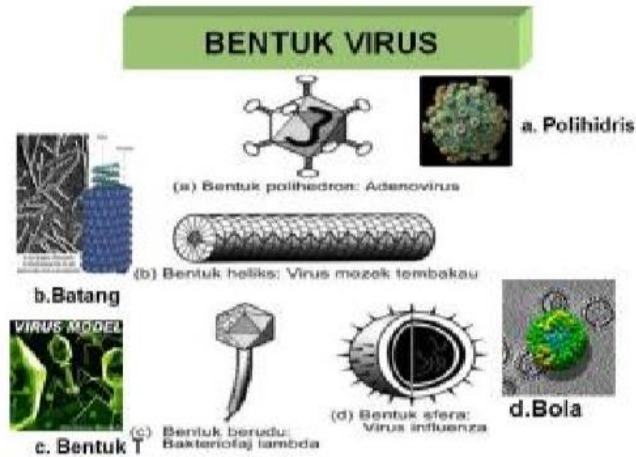
Virus merupakan organisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada ikan. Virus dapat mengandalkan sebuah materi genetik untuk dapat hidup dan menginfeksi inang khusus, kemudian melakukan pembelahan sel dan berkembang untuk dapat memperbanyak diri. Namun, jika virus tidak memiliki inang untuk berkembang, maka virus akan melakukan proses dormanisasi atau sering disebut berhenti untuk tumbuh dan tidak melakukan apapun dalam kehidupannya. Hal tersebut dapat dikatakan jika virus adalah jenis parasit yang hanya dapat bereproduksi sebagai makhluk hidup jika adanya transfer materi genetik inang. (Irianto, 2005).

Virus memiliki sifat hidup dan mati. Sifat hidup (seluler) yaitu memiliki asam nukleat berupa DNA atau RNA, dapat bereproduksi dengan replikasi dan hanya dapat dilakukan di dalam sel inang. Sifat mati (aseluler) yaitu dapat dikristalkan dan dicairkan. Partikel virus secara keseluruhan ketika berada di luar inang yang terdiri dari asam nukleat dan dikelilingi oleh protein dikenal dengan nama virion. Virion tidak melakukan aktivitas biosintesis dan reproduksi. Pada saat virion memasuki sel inang, kemudian akan terjadi proses reproduksi. Virus ketika memasuki sel inang akan mengambil alih aktivitas inang untuk menghasilkan komponen-komponen pembentuk virus (Sutarto *et al.*, 2011).

2.2.1 Bentuk dan Ukuran Virus

Bentuk dan ukuran virus sangat bervariasi bergantung pada jenis virusnya. Virus memiliki bentuk yang berbeda-beda dan dapat berbentuk bulat, oval, batang spiral, atau kompleks. Beberapa virus memiliki cangkang protein yang melindungi materi genetik mereka, sementara yang lain memiliki membran lipid yang mengelilingi selubung protein mereka. Beberapa virus juga memiliki struktur yang kompleks dan unik, seperti virus *bakteriophage* yang memiliki kepala dan ekor. Ukuran virus juga bervariasi, namun secara umum virus berukuran sangat kecil dan hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron. Virus memiliki ukuran

yang bervariasi antara 20-400 nanometer (nm), sedangkan sebagian besar virus memiliki ukuran sekitar 50-200 nm (Fields *et al.*, 2007).



Gambar 2. Bentuk virus
Sumber: Garry (2002)

1.2.2 Morfologi Virus

Subyakto *et al.* (2009) menjelaskan virus dapat menular ke inang lain melalui lingkungan atau media lain dalam bentuk paket-paket gen berukuran, mikro. Virus tersusun atas bahan genetis berupa DNA atau RNA saja dan bukan kedua-duanya yang terkemas ke dalam selubung protein, sehingga bahan genetis tersebut terlindungi ketika berada di luar inang sekaligus sebagai bahan media untuk masuk kedalam sel inang yang baru. Dalam Taslihan *et al.* (2004) diketahui bahwa virus mempunyai sifat serta ciri yang berbeda dengan mikroorganisme bersel tunggal. Adapun ciri-ciri virus antara lain yaitu:

1. Berukuran ultra mikroskopis,
2. Parasit sejati/parasit obligat,
3. Berbentuk oval, bulat, batang, huruf T, kumparan,
4. Kapsid tersusun dari protein yang berisi DNA atau RNA,
5. Dapat dikristalkan,
6. Aktivitasnya harus di sel makhluk hidup.

Virus paling sederhana terdiri dari molekul asam nukleat tunggal yang dibungkus oleh selubung protein (kapsid). Kapsid disusun oleh kapsomer-kapsomer yang satu sama lain terikat melalui ikatan *nonkovalen* membentuk simetris. Struktur virus secara umum dapat dilihat menggunakan *bakteriophage* (virus T). Struktur tubuh virus terdiri dari:

1. Kepala

Kepala virus berisi DNA dan bagian luarnya diselubungi oleh kapsid.

Kapsid tersusun oleh satu unit protein yang disebut kapsomer.

2. Kapsid

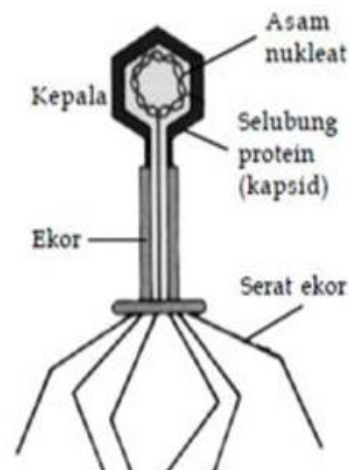
Kapsid adalah lapisan pembungkus tubuh virus yang tersusun atas protein. Kapsid terdiri atas kapsomer yang terikat satu sama lain. Fungsi dari kapsid untuk memberi bentuk virus sekaligus sebagai pelindung dari kondisi lingkungan yang merugikan, dan mempermudah penempelan pada proses penembusan ke dalam sel.

3. Isi tubuh

Bagian isi tersusun atas asam inti, yakni DNA atau RNA saja. Bagian isi disebut sebagai virion. DNA atau RNA merupakan materi genetik yang berisi kode-kode pembawa sifat virus. Berdasarkan isi yang dikandungnya, virus dapat dibedakan menjadi virus DNA dan virus RNA. Selain itu, di dalam isi virus terdapat beberapa enzim.

4. Ekor

Ekor virus merupakan alat berupa jarum dan berfungsi untuk menempelkan tubuh virus pada sel inang. Ekor tersebut melekat pada kepala kapsid terdiri atas tabung bersumbat yang dilengkapi benang atau serabut.



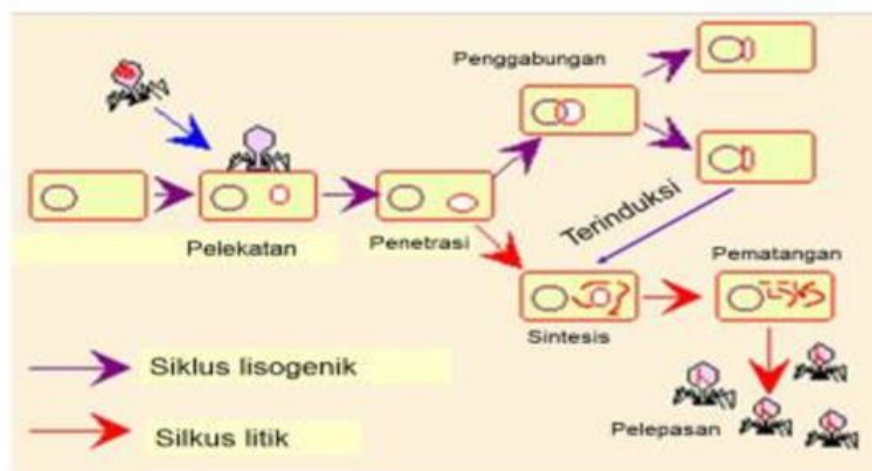
Gambar 3. Struktur tubuh virus
Sumber: Garry (2002)

1.2.3 Pengembangbiakan Virus

Virus memanfaatkan metabolisme sel inang untuk membantu sintesis protein virus dan virion baru; jenis sel yang dapat diinfeksi oleh virus dapat sedikit atau banyak untuk tujuan diagnosti. Sebagian besar virus ditumbuhkan dalam biakan sel, baik turunan sel sekunder atau kontinu; pemakaian telur embrionik dan hewan percobaan untuk membiakkan virus hanya dilakukan untuk investigasi khusus. Jenis biakan sel untuk mengembangbiakkan virus sering berasal dari jaringan tumor, yang dapat digunakan secara terus menerus. Replikasi virus dalam biakan sel dapat dideteksi dengan tahap-tahap berikut:

1. Peletakan/ *adsorpsi* adalah tahap penempelan virus pada dinding sel inang. Virus menempelkan sisi tempel/ reseptor *site* ke dinding sel bakteri.
2. Penetrasi sel inang yaitu enzim dikeluarkan untuk membuka dinding sel bakteri. Molekul asam nukleat (DNA/RNA) virus bergerak melalui pipa ekor dan masuk ke dalam sitoplasma sel melalui dinding sel yang terbuka. Pada virus terbuka, proses penyusupan tersebut dengan cara fagositosis virion (*viro-pexis*), pada virus terselubung dengan cara fusi yang diikuti masuknya nukleokapsid ke sitoplasma.

3. *Eklipase* : asam nukleat virus menggunakan asam nukleat bakteri untuk membentuk bagian-bagian tubuh virus.
4. Pembentukan virus (*bakteriophage*) baru : bagian-bagian tubuh virus yang terbentuk digabungkan untuk menjadi virus baru, satu sel bakteri dihasilkan 100-300 virus baru.
5. Pemecahan sel inang : pecahnya sel bakteri, dengan terbentuknya enzim lisonzim yang melarutkan dinding sel bakteri sehingga pecah dan keluarlah virus-virus baru yang mencari sel bakteri lain.



Gambar 4. Replikasi virus
Sumber: Garry (2002)

1.2.4 Peran Virus

Virus memiliki peran yang beragam dalam kehidupan. Beberapa virus dapat menyebabkan penyakit pada manusia, hewan, dan tumbuhan. Namun, beberapa virus juga memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem (Suttle, 2007).

Beberapa peran penting virus adalah:

1. Menjaga keseimbangan ekosistem: virus dapat membantu menjaga populasi organisme dengan cara mengendalikan pertumbuhan populasi yang berlebihan.

2. Melawan bakteri: virus yang dikenal sebagai *bakteriophage* dapat melawan bakteri dan membantu dalam pengobatan penyakit bakteri.
3. Mengembangkan kekebalan tubuh: beberapa virus dapat membantu memperkuat sistem kekebalan tubuh dengan merangsang produksi antibodi.
4. Penelitian ilmiah: virus digunakan dalam penelitian ilmiah untuk mempelajari proses infeksi dan pengembangan vaksin.

1.3 Prevalensi Virus

Prevalensi merupakan tingkat serangan, jenis virus, dan jumlah yang meyerang ikan pelagis dan demersal impor. Prevalensi virus pada ikan adalah isu yang menjadi perhatian serius dalam konteks global. Penyebaran virus pada populasi ikan dapat memiliki dampak yang signifikan terhadap keberlanjutan industri perikanan dan kesehatan ekosistem laut. Virus-virus seperti VHS, VNN, dan RSBIV telah dikenal menyebabkan wabah yang merusak pada ikan air tawar dan laut. Faktor-faktor seperti kepadatan populasi, kondisi lingkungan, dan praktik budi daya ikan dapat memengaruhi tingkat prevalensi virus (Cao *et al.*, 2007).

1.4 Perdagangan Internasional

Perdagangan internasional merupakan proses jual beli baik dalam bentuk barang maupun jasa yang dilakukan antar pelaku ekonomi, pelaku ekonomi terdiri dari perusahaan ekspor dan impor, perusahaan industri, maupun perusahaan milik negara. Permasalahan dalam perdagangan internasional lebih kompleks daripada perdagangan dalam negeri, karena perdagangan internasional tidak berdampak pada satu belah pihak saja, sehingga pemerintah ikut turun tangan untuk menstabilkan (Sobri, 2001). Ketergantungan suatu negara terhadap negara lain atau sebaliknya ditemukan dari faktor keunggulan dari masing-masing negara. Faktor keunggulan yang dimiliki oleh suatu negara dapat dilihat dari sumber daya alam yang dimilikinya atau sumber daya manusia yang mampu berkompetisi dalam memproduksi barang atau produk untuk bersaing di pasar internasional. Hal yang tidak kalah penting adalah inovasi secara terus menerus dilakukan oleh suatu

negara dalam mengembangkan suatu produk sehingga diminati oleh masyarakat dunia.

2.4.1 Pengertian Impor

Impor adalah kegiatan memasukkan barang atau jasa dari negara lain ke dalam suatu negara dengan tujuan untuk dikonsumsi, dijual kembali, atau digunakan sebagai bahan baku dalam proses produksi di dalam negeri. Impor menjadi salah satu elemen penting dalam perdagangan internasional, dimana suatu negara dapat memperoleh barang atau jasa yang tidak dapat diproduksi atau diperoleh dengan biaya yang lebih efisien di dalam negeri. Impor juga dapat memengaruhi keseimbangan perdagangan nilai tukar suatu negara dengan negara lain (Suwiryono, 2018). Salah satu bentuk kegiatan impor yaitu impor ikan yang merupakan kegiatan memasukkan ikan dan produk perikanan dari negara lain ke dalam suatu negara. Impor dilakukan ketika suatu negara tidak dapat memenuhi permintaan ikan dan produk perikanan dalam negeri atau ketika harga ikan dan produk perikanan di dalam negeri lebih mahal dibandingkan dengan harga di negara lain. Impor ikan dan produk perikanan dapat membantu memenuhi kebutuhan pangan masyarakat dan mendukung industri perikanan dalam negeri (KPRI, 2021). Namun, impor ikan dan produk perikanan juga dapat memiliki dampak negatif terhadap lingkungan dan ekonomi dalam negeri. Beberapa negara memasukkan ikan yang berasal dari perairan yang tidak terkelola dengan baik atau menggunakan metode penangkapan yang merusak lingkungan, sehingga dapat merusak sumber daya ikan dan merugikan nelayan dalam negeri. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan aspek-aspek tersebut dalam melakukan impor ikan dan produk perikanan.

2.5 Virus Jenis Produk Ikan Impor

Produk ikan impor merupakan salah satu komoditas yang banyak diminati oleh masyarakat Indonesia. Namun, produk ikan impor juga berpotensi membawa virus atau bakteri patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia maupun

hewan. Oleh karena itu, penting bagi pemerintah dan masyarakat untuk melakukan pengawasan dan penjaminan kesehatan ikan dan hasil perikanan impor agar tidak menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan dan lingkungan. Adapun jenis virus yang dapat menginfeksi ikan impor yaitu:

2.5.1 *Viral Nervous Necrosis (VNN)*

Yuasa *et al.* (2003) menyatakan bahwa *viral nervous necrosis* (VNN) adalah penyakit yang menyerang ikan, terutama ikan-ikan laut seperti ikan kerapu, ikan tenggiri, dan ikan bandeng. Penyakit VNN disebabkan oleh kelompok virus RNA yang termasuk dalam famili *Nodaviridae* dan genus *Betanodavirus*. Virus VNN menginfeksi sistem saraf pusat ikan dan menyebabkan nekrosis atau kematian jaringan saraf. Gejala yang muncul pada ikan yang terinfeksi VNN dapat beragam, namun gejala umum meliputi perubahan perilaku seperti kebingungan, kehilangan keseimbangan, gerakan berputar-putar, kelemahan otot, dan kehilangan nafsu makan. Pada tahap lanjut, ikan dapat mengalami kejang dan kemudian mati. Penyebaran virus VNN dapat terjadi melalui berbagai cara, seperti kontak langsung antara ikan yang terinfeksi dan ikan yang sehat, atau melalui penyebaran virus dari air, makanan, atau vektor seperti organisme laut lainnya. Lingkungan yang memungkinkan penularan virus, seperti suhu air yang tinggi dan kerumunan ikan, dapat mempengaruhi tingkat keparahan penyebaran penyakit.

2.5.2 *Viral Hemorrhagic Septicemia (VHS)*

Altuntas dan Ogut (2010) menyatakan bahwa *viral hemorrhagic septicemia* (VHS) adalah virus yang menyebabkan penyakit pada ikan dan sering ditemukan di perairan tawar dan laut di seluruh dunia. VHS termasuk dalam famili *Rhabdoviridae* dan genus *Novirhabdovirus*. Virus tersebut dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan dalam industri perikanan karena dapat menginfeksi berbagai jenis ikan, termasuk salmon, trout, dan ikan hias. Gejala penyakit VHS pada ikan meliputi pendarahan pada kulit, sirip, mata, dan organ dalam. Ikan yang terinfeksi dapat menunjukkan tanda-tanda seperti kelemahan, berenang tidak

beraturan, kehilangan nafsu makan, dan menyebabkan kematian. Virus VHS ditularkan antara ikan lain melalui kontak langsung dengan ikan yang terinfeksi, kontak dengan air yang terkontaminasi, atau melalui vektor seperti serangga atau hewan lainnya.

2.5.3 *Red Seabream Iridovirus (RSBIV)*

Nakajima dan Maeno (1998) menyatakan bahwa *red seabream iridovirus* (RSBIV) adalah virus yang menyebabkan penyakit pada ikan *red seabream* (*Pagrus major*) dan beberapa spesies ikan laut lainnya. RSBIV termasuk dalam famili Iridoviridae dan genus *Megalocytivirus*. Virus tersebut pertama kali diidentifikasi dan diisolasi dari ikan *red seabream* di Jepang pada tahun 1990-an. RSBIV dapat menyebabkan penyakit yang dikenal sebagai “*red seabream iridoviral disease*” atau “*red seabream iridovirus disease*”. Penyakit tersebut seringkali bersifat fatal dan dapat menyebabkan tingkat kematian yang tinggi pada ikan yang terinfeksi.

Inouye *et al.* (1992) menyatakan bahwa gejala penyakit RSBIV pada ikan *red seabream* yaitu pucat, kehilangan nafsu makan, kelemahan, bintik-bintik merah pada kulit, pembengkakan mata, pendarahan pada sirip dan organ dalam, serta kematian. Ikan yang terinfeksi RSBIV dapat menunjukkan gejala dalam waktu relatif singkat setelah infeksi. RSBIV dapat menyebar melalui kontak langsung antara ikan yang terinfeksi dengan ikan yang sehat, serta melalui air dan *fomites* (benda mati yang terkontaminasi). Faktor-faktor seperti kondisi lingkungan yang buruk, stres, dan penanganan yang tidak tepat dapat meningkatkan risiko penyebaran dan keparahan penyakit RSBIV.

2.5.4 *Infectious Haematopoietic Necrosis (IHN)*

Virus *infectious haematopoietic necrosis* (IHN) adalah virus yang menyebabkan penyakit pada ikan. Virus IHN termasuk dalam famili Rhabdoviridae dan genus *Novirhabdovirus*. Virus ini dapat menyerang berbagai jenis ikan air tawar, terutama salmonid seperti salmon, trout dan beberapa jenis ikan karper. Penyakit yang

disebabkan oleh virus IHN ditandai dengan adanya nekrosis atau kematian jaringan pada sistem hematopoietik ikan, termasuk sumsum tulang, ginjal, hati, dan limpa. Virus IHN menyebar dengan cepat dan dapat menyebabkan kematian massal pada populasi ikan yang terinfeksi (OIE, 2019).

Gejala penyakit IHN pada ikan meliputi nafsu makan menurun, perubahan perilaku seperti penurunan aktifitas dan kelemahan, penurunan pertumbuhan, kelelahan, perubahan warna kulit atau sisik, pembengkakan pada bagian tubuh tertentu, serta pendaran pada sirip, mata atau organ dalam. Penularan virus IHN dapat terjadi melalui kontak langsung antara ikan yang terinfeksi dan ikan yang sehat, baik melalui air, sekresi tubuh, atau melalui jaringan tubuh yang terinfeksi. Selain itu, virus IHN dapat ditularkan melalui vektor seperti parasit atau invertebrata air yang terinfeksi (Anderson *et al.*, 2000).

2.5.5 *Infectious Salmon Anemia Virus (ISAV)*

Rimstad *et al.* (2011) menyatakan bahwa *infectious salmon anemia virus* (ISAV) adalah penyakit pada ikan salmon dan beberapa spesies ikan lainnya. Virus tersebut termasuk dalam famili Orthomyxoviridae yang mencakup virus influenza pada manusia dan hewan. ISAV pertama kali diidentifikasi pada akhir 1980-an di Norwegia dan telah menyebar ke beberapa negara lain yang menghasilkan ikan salmon budi daya, seperti Kanada, Skotlandia, dan Chili. Virus tersebut dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan dalam industri perikanan karena dapat menyebabkan kematian massal pada ikan salmon.

ISAV menyerang sistem pernapasan ikan salmon dan memengaruhi kemampuan ikan untuk mengambil oksigen. Gejala umum penyakit ini meliputi penurunan nafsu makan, anemia, pernapasan yang cepat dan dangkal, serta kematian yang tinggi dalam populasi ikan yang terinfeksi. Virus ISAV dapat menyebar melalui kontak langsung antara ikan yang terinfeksi dan melalui air yang terkontaminasi oleh virus. Penularan dapat terjadi melalui peralatan dan perlengkapan perikanan yang terkontaminasi (Godoy *et al.*, 2008).

2.5.6 *Epizootic Haematopoietic Necrosis (EHN)*

Austin dan Dawn (2016) menyatakan bahwa *epizootic haematopoietic necrosis* (EHN) adalah virus yang menyebabkan penyakit pada ikan. Virus EHN termasuk dalam famili Iridoviridae dan genus *Ranavirus*. Virus EHN biasanya memengaruhi ikan air tawar terutama ikan salmon, trout dan ikan mas. Penyakit EHN dapat menyebabkan kematian yang signifikan pada populasi ikan yang terinfeksi. Virus EHN menyerang sistem peredaran darah ikan dan mengakibatkan nekrosis atau kematian jaringan pada organ hematopoietik (jaringan pembentuk sel darah) seperti ginjal, hati, limpa. Gejala-gejala umum penyakit EHN meliputi kelemahan, nafsu makan menurun, perubahan warna pada kulit dan insang, pendarahan pada kulit dan jaringan, serta pembengkakan pada organ dalam.

2.5.7 *Spring Viremia of Carp (SVC)*

spring viremia of carp (SVC) atau disebut juga *carp viremia* atau *carp rhabdovirus* adalah jenis virus yang menyebabkan penyakit pada ikan mas dan ikan-ikan karper lainnya. Virus SVC termasuk dalam famili Rhabdoviridae dan genus *Vesiculovirus*. Virus SVC menyebabkan penyakit yang disebut *spring viremia of carp* (SVC) atau viremia musim semi pada karper. Penyakit tersebut dapat menyerang ikan karper di berbagai usia, tetapi yang paling rentan adalah ikan-ikan muda yang berusia beberapa minggu hingga beberapa bulan (OIE, 2019).

Gejala-gejala yang terjadi pada ikan yang terinfeksi virus SVC meliputi ikan menjadi lesu dan kehilangan nafsu makan, terjadi pendarahan di kulit, sirip, dan organ dalam ikan, sirip ikan tampak melengkung atau terlipat, ikan mengalami pembengkakan di sekitar mata dan perut, ikan sering mengapung atau tenggelam di permukaan air dan mortalitas tinggi dalam populasi ikan yang terinfeksi. Virus SVC dapat menyebar melalui kontak langsung antara ikan yang terinfeksi dengan ikan yang sehat atau melalui air yang terkontaminasi oleh ikan yang terinfeksi (OIE, 2019).

2.5.8 *Salmonid Alphavirus (SAV)*

Jansen *et al* (2010) menyatakan bahwa *salmonid alphavirus* (SAV) adalah kelompok virus yang dapat menyebabkan penyakit pada ikan salmonid seperti salmon, trout, dan charr. Virus SAV termasuk dalam famili Togaviridae dan genus *Alphavirus* yang menginfeksi sel-sel ikan, terutama sel-sel hati dan otot, serta dapat menyebabkan gejala klinis pada ikan yang terinfeksi. Infeksi virus SAV pada ikan salmonid dapat menyebabkan penyakit yang dikenal sebagai sindrom mati mendadak (*sudden death syndrome*). Gejala klinis yang umum terjadi meliputi penurunan nafsu makan, perubahan warna dan tekstur kulit, pembengkakan di sekitar perut, pernapasan yang cepat, kelemahan fisik, dan kematian yang mendadak pada beberapa individu.

2.6 Ikan Impor Pelagis dan Demersal

Ikan impor pelagis dan demersal adalah jenis ikan yang diimpor dari negara lain ke Indonesia. Ikan pelagis adalah kelompok ikan yang hidup di lapisan permukaan air dan melakukan migrasi (Genisa, 1999). Beberapa jenis ikan impor pelagis yang diperiksa melalui BBKIPM Jakarta I antara lain ikan makarel (*Scomber scombrus*), ikan shimaaji atau ikan bawal jepang (*Trachinotus blochii*), ikan honmaguro atau ikan tuna sirip biru pasifik (*Thunnus orientalis*), ikan maguro atau ikan tuna albakora (*Thunnus alalunga*), ikan tuna sirip biru atlantik (*Thunnus thynnus*), ikan salem (*Scomber japonicus*), ikan tenggiri (*Scomber scombrus*), ikan tenggiri papan (*Scomberomorus guttatus*), ikan iwashi atau ikan sarden (*Sardinella lemuru*), ikan kanpachi atau ikan kuwe batu (*Seriola dumerili*), ikan japanese horse mackarel atau ikan kembung jepang (*Trachurus japonicus*), ikan bonito atau ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*), ikan pollock alaska (*Gadus chalcogrammus*), ikan salmon (*Salmo salar*), ikan trout coklat (*Salmo trutta*), ikan trout (*Oncorhynchus mykiss*). Adapun ikan demersal adalah kelompok ikan yang hidup di dasar laut dan tidak melakukan migrasi (Wijayanti, 2013). Beberapa jenis ikan impor demersal yang diperiksa melalui BBKIPM Jakarta I antara lain ikan hirame atau ikan sebelah (*Paralichthys olivaceus*), ikan red snapper atau ikan

kakap (*Lutjanus champechanus*), ikan kinmedai atau white croaker (*Genyonemus lineatus*), ikan fugu atau ikan buntal (*Arothron meleagris*), ikan hamachi atau ekor kuning (*Caesio cuning*), dan ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*).

Selain itu, impor ikan pelagis dan demersal rentan terhadap penyakit dan infeksi virus yang dapat menyebar ke sumber daya ikan lokal. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa impor ikan dilakukan dengan cara bertanggung jawab dan memenuhi standar keamanan pangan yang ketat, serta memperhatikan dampaknya terhadap keberlangsungan sumber daya ikan lokal dan kesehatan manusia (Badrudin *et al.*, 2011).

2.7 Pengamatan Virus

2.7.1 Real-time PCR

Real-time PCR atau *quantitative* PCR (qPCR) merupakan salah satu metode paling sensitif untuk mendeteksi dan mengukur kuantitas mRNA (Bustin *et al.*, 2009). Prinsip kerja qPCR adalah mendeteksi dan menguantifikasi *reporter* fluoresen. Sinyal fluoresen akan meningkat seiring dengan bertambahnya produk PCR (amplikon) dalam reaksi. Peningkatan jumlah amplikon yang signifikan pada fase eksponensial berhubungan dengan jumlah inisiasi gen target. Semakin tinggi tingkat ekspresi gen target maka deteksi emisi fluoresen semakin cepat terjadi (Arya *et al.*, 2005).

Terdapat dua jenis *reporter* fluoresen yang umumnya digunakan dalam qPCR, yaitu Taqman dan SYBR *Green*. SYBR *Green* akan berfluoresensi ketika berikatan dengan seluruh *double-stranded* DNA (dsDNA). Sinyal fluoresens SYBR *Green* saat berikatan dengan dsDNA direkam setiap siklus sehingga menunjukkan banyak produk yang teramplifikasi selama reaksi berlangsung (Bustin, 2000). Semakin banyak templat pada awal reaksi, maka semakin sedikit siklus amplifikasi yang dibutuhkan untuk mencapai titik saat sinyal fluoresens SYBR *Green* terdeteksi lebih tinggi dari ambang batas (*threshold*) fluoresens yang ditentukan (Bustin, 2000; Nolan *et al.*, 2006). Siklus saat sinyal fluoresens pertama kali

meningkat melebihi *threshold* ini disebut *thresholdcycle* atau disingkat CT (Nolan *et al.*, 2006; Schmittgen dan Livak, 2008), karena interkalasinya dengan seluruh dsDNA, amplifikasi target dengan menggunakan SYBR *Green* harus diiringi dengan tahap *melt curve* agar spesifitas produk dapat dianalisis. DNA akan terdenaturasi pada suhu tertentu yang disebut *meltingtemperature* (T_m). Nilai T_m bergantung pada ukuran dan komposisi nukleotida. Sinyal fluoresens akan dilepaskan ketika dsDNA terdenaturasi menjadi *single-stranded* DNA (ssDNA), sehingga data T_m dari setiap produk yang teramplifikasi dapat diketahui (Nolan *et al.*, 2006). Apabila amplifikasi produk telah spesifik, tahap *melt curve* akan menghasilkan *single peak* dengan T_m yang identik.

2.7.2 PCR Konvensional

PCR (*polymerase chain reaction*) konvensional adalah metode amplifikasi DNA yang digunakan untuk mengamplifikasi sekuens DNA tertentu secara signifikan. Metode tersebut melibatkan beberapa tahapan, termasuk denaturasi, perpanjangan, dan perpanjangan berulang DNA (Innis *et al.*, 2012). Berikut tahapan-tahapan PCR konvensional:

1. Denaturasi: Sampel DNA dipanaskan pada suhu tinggi sekitar 95 °C untuk memisahkan untai ganda DNA menjadi dua untai tunggal.
2. Perpanjangan: Sampel didinginkan hingga suhu sekitar 50-65 °C, dan primer (penginisiasi sintesis DNA) ditambahkan. DNA polimerase, serta enzim yang menghasilkan sintesis DNA baru ditambahkan. Primer berikatan dengan sekuens DNA target yang spesifik, dan DNA polimerase memperpanjang primer serta mensintesis untai komplementer DNA.
3. Perpanjangan berulang: Sampel dipanaskan kembali pada suhu tinggi sekitar 72 °C, dimana DNA polimerase aktif secara optimal. Pada suhu tersebut DNA polimerase memperpanjang untai komplementer DNA target menggunakan primer sebagai templat. Proses ini menghasilkan dua untai DNA baru.

Tahapan ini diulang secara berulang sekitar 25-35 siklus untuk menghasilkan jumlah DNA target yang signifikan dalam setiap siklus, jumlah DNA akan menjadi dua kali lipat dari jumlah sebelumnya.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari-Februari 2023. Lokasi penelitian berlokasi di Laboratorium Balai Besar Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (BBKIPM) Jakarta I. Secara administratif, wilayah penelitian terletak pada Kecamatan Benda, Kota Tangerang, Provinsi Banten.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian disajikan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Alat penelitian

No	Alat	Spesifikasi	Deskripsi
1.	Laptop	Acer One 14, Intel Core, Ram 2 GB, sistem operasi Windows 13	Perangkat keras yang digunakan untuk mengolah data dan menulis skripsi.
2.	Ms. Excel	Microsoft Office 2013	Perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah data.
3.	Ms. Word	Microsoft Office 2013	Perangkat lunak yang digunakan untuk mengerjakan skripsi.
4.	ArcMap	ArcMap 10.3	Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat peta sebaran.

Tabel 2. Bahan penelitian

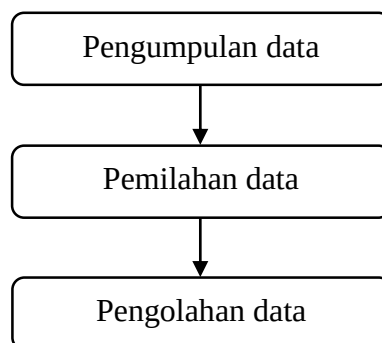
No	Bahan	Spesifikasi	Deskripsi
1.	Dataset	Kumpulan dataset rekaman kegiatan impor virus tahun 2021 dan 2022	Data yang digunakan untuk bahan penelitian yang bersumber dari Lab BBKIPM Jakarta I.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian yaitu berupa data sekunder dan data primer. Data primer diperoleh dengan cara melakukan pengujian virus di laboratorium yang kemudian dianalisis. Pengujian virus pada sampel ikan tidak dipilih secara acak, namun ketersediaan sampel bergantung pada sampel yang datang di BBKIPM Jakarta I dan pengujian keberadaan virus tertentu pada sampel tidak dilakukan pada seluruh organ ikan, namun didasarkan pada organ-organ tertentu pada sampel ikan yang datang di BBKIPM Jakarta I. Data sekunder diperoleh secara langsung dari dataset rekaman kegiatan impor virus tahun 2021 dan 2022 di BBKIPM Jakarta I.

3.3.1 Pengolahan Data Tahunan

Pengolahan data tahunan berdasarkan virus pada ikan pelagis dan demersal impor memiliki beberapa langkah. Langkah-langkah pengolahan data disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Metode pengolahan data tahunan

1. Pengumpulan Data

Data penelitian yang dikumpulkan berupa data sekunder, data sekunder tersebut diperoleh secara langsung dari dataset rekaman kegiatan impor virus tahun 2021 dan 2022 di BBKIPM Jakarta I. Data sekunder yang dikumpulkan pada tahun 2021 sebanyak 7.691 data dan pada tahun 2022 sebanyak 9.432 data.

2. Pemilahan Data

Pada pemilahan data dilakukan seleksi data-data yang digunakan, mengintegrasikan data yang telah diseleksi dan diatur untuk proses selanjutnya. Data yang dikumpulkan terdapat 6 atribut, yaitu tanggal, jenis penyakit, jenis ikan, kondisi sampel, negara asal, dan hasil pengujian.

3. Pengolahan Data

Data yang telah dipilah pada tahap sebelumnya akan dikelompokkan berdasarkan jenis ikan, jenis penyakit, kemudian dihitung frekuensi selama kurun waktu 2021-2022.

3.4 Analisis Data

Analisis data pada pemeriksaan virus ikan pelagis dan demersal impor dilakukan secara kuantitatif deskriptif (keberadaan virus dan jumlah ikan yang terinfeksi) meliputi pemetaan variabel antara lain:

- 1) Keragaman jenis ikan pelagis dan demersal impor.
- 2) Keragaman jenis virus yang dijumpai pada produk ikan impor tahun 2021-2022.

Teknik pengolahan data yang digunakan untuk menghitung nilai prevalensi adalah ditabulasi dan dideskripsikan dalam bentuk tabel dan grafik. Virus yang ditemukan dianalisis prevalensi berdasarkan Kabata (1985) yang dimodifikasi oleh Hartina *et al*, (2019) dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Prevalensi} = \frac{\text{Jumlah ikan yang terserang virus}}{\text{jumlah ikan yang diperiksa}} \times 100\%$$

Tabel 3. Kategori prevalensi

Tingkat serangan	Keterangan	Prevalensi (%)
Selalu	Infeksi sangat parah	99-100
Hampir selalu	Infeksi parah	90-98
Biasanya	Infeksi sedang	70-89
Sangat sering	Infeksi sangat sering	50-69
Umumnya	Infeksi biasa	30-49
Sering	Infeksi sering	10-29
Kadang	Infeksi kadang	1-9
Jarang	Infeksi jarang	>0,1-1
Sangat jarang	Infeksi sangat jarang	>0,01-0,1
Hampir tidak pernah	Infeksi tidak pernah	<0,01

Sumber: Williams dan Williams (1996)

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Kesimpulan penelitian, yaitu:

1. Beragam virus yang dijumpai dan menginfeksi produk ikan pelagis impor di BBKIPM Jakarta I, antara lain VNN, VHS, RSBIV, IHN, ISAV, EHN, SVC, dan SAV. Adapun virus yang dijumpai dan menginfeksi produk ikan demersal impor yaitu VNN, VHS, dan RSBIV. Virus VNN, VHS, dan RSBIV merupakan virus dominan menginfeksi ikan impor dengan nilai prevalensi virus tertinggi dan di atas rata-rata,
2. Terjadi kenaikan tingkat prevalensi virus pada ikan demersal tahun 2022, namun, pada tahun yang sama ikan pelagis ditemukan mengalami penurunan.

5.2 Saran

Perlunya upaya pencegahan yang ketat terhadap virus dominan pada ikan pelagis dan demersal impor Indonesia terutama yang berasal dari Jepang dengan tingkat prevalensi tinggi (VNN, VHS, dan RSBIV). Selain itu, kolaborasi dengan negara eksportir lainnya sangat penting untuk memastikan bahwa standar kesehatan ikan di negara tersebut memadai dan sesuai dengan persyaratan perdagangan internasional.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Aamelfot, M., McBeath, A., Christiansen, D. H., Matejusova, I., dan Falk, K. 2015. Infectious salmon anaemia virus (ISAV) mucosal infection in Atlantic salmon. *Veterinary Research*. 46(1): 120-125. DOI: 10.1186/s13567-015-0265-1.
- Abedi, E., Mohammadi, M., Qasemi, A., dan Mirza, R. 2011. Stock structure of indo pacific king mackarel (*Scomberomorus guttatus*) in the persian gulf using microsatellite loci. *Journal of Fish and Marine Sciences*. 3(4): 351-356. DOI: [https://www.idosi.org/wjfms/wjfms3\(4\)11/16.pdf](https://www.idosi.org/wjfms/wjfms3(4)11/16.pdf).
- Agbayani, R. F., Belleza, E. T., dan Agbayani, E. C. 1997. Aquaculture economics in Asia and the Pacific: A regional assessment. Dalam Charles, A. T., Agbayani, R. F., Agbayani, E. C., Agbayani, M., Agueero, E. T., Belleza, E., Gonzales, B. Stomal., and Weigel, J. Y. (Eds.). *Aquaculture economics in developing countries: regional assessment and annotated bibliography*. FAO. Rome. Hlm: 35-80.
- Akbar, N., Aris, M., dan Irfan, M. 2018. Genetic population structure of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) as based data of fish conservation in North Malucas Sea. *Omni Akuatika*. 14(3): 75-85. DOI: 10.20884/1.oa.2018.14.3.-457.
- Altuntas, C., dan Ogut, H. 2010. Monthly occurrence and prevalence of viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) in whiting *Merlangius merlangus*. *Diseases Aquatic Organisms*. 88(2): 107-113. DOI: 10.3354/dao02161.
- Amal, M. N., Zamri, M., Zahrah, A., dan Zulkafli, A. R. 2015. Water quality influences the presence of *Streptococcus agalactiae* in cage cultured red hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mossambicus*. *Aquaculture Research*. 46(2): 313-323. DOI: 10.1111/are.12180.
- Anderson, E. D., Engelking, H. M., Emmenegger, E. J., dan Kurath, G. 2000. Molecular epidemiology reveals emergence of a virulent infectious hematopoietic necrosis (IHN) virus strain in wild salmon and its transmission to hatchery fish. *Journal Aquatic Animal Health*. 12(2): 85-99. DOI: [https://doi.org/10.1577/1548-8667\(200006\)012<0085:MEREOA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8667(200006)012<0085:MEREOA>2.0.CO;2).

- Arya, M., Shergill, I., Williamson, M., Gommersall, L., dan Patel, H. 2005. Basic principles of the *real-time* quantitative PCR. *Expert Review of Molecular Diagnostics*. 5(2): 1-11. DOI: 10.1586/14737159.5.2.209.
- Austin, B., dan Dawn, A. 2016. *Bacterial Fish Pathogens: Disease of Farmed and Wild Fish*. Springer Science and Business Media. UK. 545 p.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2019. SNI 8569-2:2019. *Deteksi Yellow Head Virus (YHV-1) dan Gill-Associated Virus (GAV)-Bagian 2: Metode multiplex nested Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction (nested RT-PCR)*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. 17 hlm.
- Badrudin, B., Aisyah, A., dan Ernawati, T. 2011. Kelimpahan stok sumber daya ikan demersal di perairan sub area Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 17(1): 11-21. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.17.1.2011.11-21>.
- Behnke, R. J., Williams., dan Ted. 2007. *Brown Trout Winter 1986*. CT: Globe Pequot Publishers. UK. 45 p.
- Bergh, O., Boutrup, S. T., Johansen, R., Skall, F. H., dan Olesen, J. N. 2023. Viral haemorrhagic septicemia virus (VHSV) isolated from atlantic herring, *Clupea harengus*, causes mortality in bath challenge on juvenile herring. *Viruses*. 15(1): 152. DOI: <https://doi.org/10.3390/v15010152>.
- Bovo, G., Nishizawa, T., Maltese, C., Borghesan, F., dan Mas, D. 1999. Viral encephalopathy and retinopathy of farmed marine fish species in Italy. *Virus Research*. 63(2): 143-146. DOI: 10.1016/S016-8-1702(99)00068-4.
- Bustin, S. A. 2000. Absolute quantification of mRNA using *real-time* reverse transcription *polymerase chain reaction* assays. *Journal of Molecular Endocrinology*. 25(2): 169-193. DOI: 10.1677/jme.0.0250169.
- Bustin, S. A., Benes, V., Garson, J., Hellemans, J., dan Wittwer, C. 2009. The miqe guidelines: minimum information for publication of quantitative *real-time* PCR experiment. *Journal Clinical Chemistry*. 55(4): 611-622. DOI: 10.1373/clinchem.2008.112797.
- Cao, L., Wang, W., Yang, Y., Yang, C., dan Diana, J. 2007. Environmental impact of aquaculture and countermeasures to aquaculture pollution in China. *Environmental Science in Pollution Research*. 14(7): 452-46. DOI: <http://dx.doi.org/10.1065/espr2007.05.426>.
- Carpenter, K. E. 1999. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes*. FAO Fisheries Department. Rome. 2069-2790 p.

- Carr, S. M., Marshall, H., dan Fajar. 2008. Analisis filogeografi genom mtDNA lengkap dari walleye pollock (*Gadus chalcogrammus Pallas*, 1811) menunjukkan asal mula keanekaragaman hayati genetik. *Journal of Fish Biology*. 19(6): 490-496. DOI: 10.1080/19401730802570942.
- Crone, P. R., Hill, K. T., McDaniel, J. D., dan Lynn, K. 2011. *Pacific Mackerel (Scomber japonicus) Stock Assessment for USA Management in the 2011-12 Fishing Year*. Pacific Fishery Management Council. USA. 99 p.
- Dewi, W., dan Hilma, M. 2011. Kebijakan pengelolaan sumber daya perikanan laut untuk menunjang ketahanan pangan di Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Publik*. 2(1): 395-422. DOI: 10.22212/jekp.v2i1.95.
- Djuhandi. 1981. *Dunia Ikan*. PT. Armico. Bandung. 186 hlm.
- Eva, A. 2002. *Analisis Penyusunan Model Pengelolaan Sumberdaya Laut: Tinjauan Sosiologi dan Kelembagaan di Kelurahan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu*. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 130 hlm.
- E, Susanto., Deny, S., dan Atika H. N. 2021. *Deteksi Molekuler Red Seabream Iridovirus (RSIV) pada Komoditas Kerapu (Epinephelus Spp.) di Balai Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Medan 1*. (Tesis). Universitas Sumatera Utara. Medan. 10 hlm.
- Fields, B. N., Knipe, D. M., Howley, P. M., dan Chanock, R. M. 2007. *Fields Virology*. Wolters Kluwer Business. USA. 3.177 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2018. Viral diseases of fish and shellfish prevention, control and eradication strategies. Rome. <https://www.fao.org/3/i9745en.pdf>. Diakses pada 12 April 2023.
- Garry. 2002. *Tobacco Mosaic Virus*. In: *Plant Disease Facts*. Departemen of Plants Pathology. University of Pennsylvania State Press. USA. 152 p.
- Genisa, A. S. 1999. Pengenalan jenis-jenis ikan laut ekonomi penting di Indonesia. *Jurnal Oseana*. 24(1): 17-38. DOI: https://www.academia.edu/29577303/Pengenalan_Jenis_Jenis_Ikan_Laut_Ekonomi_Penting_di_Indonesia.
- Godoy, M. G., Aedo, A., Kibenge, M. J., Groman, D. B., dan Lisperguer, A. 2008. First detection, isolation and molecular characterization of infectious salmon anaemia virus (ISAV) associated with clinical disease in farmed atlantic salmon (*Salmo salar*) in Chile. *BMC Veterinary Research*. 4(1): 28-30. DOI: 10.1186/1746-6148-4-28.

- Grimholt, U., Larsen, S., Nordmo, R., Midtlyng, P., dan Dijkstra, J. M. 2016. MHC polymorphism and disease resistance in atlantic salmon (*Salmo salar*); facing pathogens with single expressed major histocompatibility class I and class II loci. *Journal of Immunogenetics*. 68(6): 427-439. DOI: 10.007/s00251-003-0567-8.
- Gunarso, W. 1995. *Mengenal Kakap Merah Komoditi Ekspor Baru Indonesia*. IPB Press. Bogor. 149 hlm.
- Hartina, S., Damriyasa, M., dan Suryaningtyas, E. W. 2019. Endoparasit pada ikan kakap merah (*Lutjanus* sp.) di Pantai Kelan, Bali; potensi bersifat zoonosis. *Current Trends in Aquatic Science*. 1(2): 99-107. DOI: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/CTAS/article/download/52356/33371>.
- Hata, N., Okinaka, Y., Sakamoto, T., Iwamoto, T., dan Nakai, T. 2007. Upper temperature limits for the multiplication of betanodaviruses. *Fish Pathology*. 42(4): 225-228. DOI: 10.3147/jsfp.42.225.
- Hernandez, C. J. J., dan Ortega, A.T. S. 2000. *Synopsis of Biological Data on the Chub Mackerel (Scomber japonicus Houttuyn, 1782)*. FAO Fish Publishers. Spain. 84 p.
- Hiramaya, T., F. Kawano dan N. Hirazawa. 2009. Effect of *Neobenedenia girallae* (Monogenea) infection on host amberjack *Seriolla dumerili* (Carangidae). *Aquaculture*. 288(3-4): 159-165. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.11.038.
- Innis, M. A., Gelfand, D. H., Sninsky, J. J., dan White, T. J. 2012. *PCR Protocols: A Guide to Methods and Application*. Academic Press. California. 461 p.
- Inouye, K., Yamano, K., Maeno, Y., Nakajima, K., dan Sorimachi, M. 1992. Iridovirus infection of cultured red seabream (*Pagrus major*). *Fish Pathology*. 27(1): 19-27. DOI: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsfp1966/27/1/27_1_19/_pdf.
- Irawati, H., Kusnandar, F., dan Kusumaningrum, H. 2019. Analisis penyebab penolakan produk perikanan Indonesia oleh uni Eropa periode 2007-2017 dengan pendekatan root cause analysis. *Jurnal Standarisasi*. 21(2): 149-160. DOI: 10.31153/js.v21i2.757.
- Irianto. A. 2005. *Patologi Ikan Teleostoi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 256 hlm.
- Jansen, M. D., Taksdal, T., Wasmuth, M. A., Gjerset, B., dan Sandberg, M. 2010. Salmonid alphavirus (SAV) and pancreas disease (PD) in atlantic salmon, *Salmo salar* L, in freshwater and seawater sites on Norway from 2006 to 2008. *Journal Fish Disease*. 33(5): 391-402. DOI: 10.1111/j.1365.2761-2009.01131.x.

- Jasmanindar, Y. 2011. Prevalensi parasit dan penyakit dan penyakit ikan air tawar yang dibudidayakan di Kota atau Kabupaten Kupang. *Bionatura Jurnal Ilmu Hayati dan Fisik*. 13(1): 8-15. DOI: <https://doi.org/10.24002/biota.v8i1.5502>.
- Jatmiko, I., Hartaty, H., dan Bahtiar, A. 2015. Biologi reproduksi ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Samudera Hindia Bagian Timur. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*. 7(2): 87-94. DOI: <https://dx.doi.org/10.15578/bawal.7.2.2015.87-94>.
- Kabata, Z. 1985. *Parasites and Disease of Fish Cultured in the Tropics*. Academic Press. London and Philadelphia. 318 p.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia (KKPRI). 2020. Statistik Perikanan Tangkap 2019. <http://jdih.kkp.go.id/perikanan/-wpcontent/uploads/sites/12/2020/08/Statistik-Perikanan-Tangkap-2019.pdf>. Diakses 12 April 2023.
- Kementerian Perdagangan Republik Indonesia (KPRI). 2021. *Pedoman Impor Barang*. Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. Jakarta. 64 hlm.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia (KKPRI). 2022. <https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=eksim-&i=211#>. Diakses pada 12 April 2023.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. 2021. Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2021 tentang Penetapan Jenis Penyakit Ikan Karantina, Organisme Penyebab, Golongan, dan Media Pembawa. <https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/BKIPM/KEPMEN/Kepmen%20KP%20No%2017%20Tahun%2021%20tentang%20Penetapan%20Penyakit%20Ikan%20Karantina%20C%20Golongan%20dan%20MP%20nya.pdf>. Diakses pada 25 Agustus 2023.
- Kim, H., Ryu, J., Lee, S., Kim, E., dan Kim, H. 2016. Multiplex PCR for detection of the vibrio genus and five pathogenic vibrio species with Primer sets designed using comparative genomics. *BMC Microbiology*. 1(2): 11-25. DOI: 10.1186/s12866-015-0577-3.
- Kordi. 2001. *Pembenihan dan Pembesaran Ikan Kerapu Bebek*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta 111 hlm.
- Kordi, G. 2004. *Penanggulangan Hama dan Penyakit Ikan*. PT. Rineka Cipta. Jakarta. 190 hlm.
- Kuiter, R. H., 1992. *Tropical Reef Fishes of the Western Pacific. Indonesia and Adjacent Waters*. PT. Gramedia. Jakarta. 328 hlm.

- Kurita, J., dan Nakajima, K. 2012. Megalocytivirus. *Viruses*. 4(4): 521-538. DOI: 10.3390/v4040521.
- Kusbiyanto, Nuryanto A., dan Soedibja, P. H. T. 2016. Deteksi gen major histocompatibility complex class II pada yuwana gurami sowang, *Osphronemus goramy* lacepede, 1801 asal satu pemijahan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 16(3): 279-88. DOI: 10.32491/jii.v16i3.27.
- Lieke, T., Meinelt, T., Hoseinifar, S., Straus, D., dan Christian, E. 2020. Sustainable aquaculture requires environmental friendly treatment strategies for fish diseases. *Reviews in Aquaculture*. 12(2): 943-965. DOI: 10.1111/raq.12365.
- Lyngstad, T. M., Qviller, L., Sindre, H., Brun, E., dan Kristoffersen, A. B. 2018. Risk factor associated with outbreaks of infectious salmon anemia (ISA) with unknown source of infection in Norway. *Frontiers in Veterinary Science*. 5(2): 308. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00308>.
- Mahardika, K., Koesharyani, I., Priyono, A., dan Yuasa, K. 2003. Infeksi iridovirus pada induk kerapu lumpur (*Epinephelus coioides*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 9(1): 49-54. DOI: 10.15578/jppi.-9.1.2003.49-54.
- Mahasri, G., dan Kismiyati. 2015. *Buku Ajar Parasit dan Penyakit Ikan 1 (Ilmu Penyakit Protozoa pada Ikan dan Udang)*. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Airlangga Press. Surabaya. 76 hlm.
- Manin, B. O. dan Ransangan, J. 2011. Experimental evidence of horizontal transmission of betanodavirus in hatchery produced Asian seabass, *Lates calcarifer* and brown marbled grouper, *Epinephelus fuscoguttatus* fingerling. *Journal of Aquaculture*. 321(2): 157-165. DOI: 10.1016/j.aquaculture.-2011.08.021
- Martin, R. 1996. *Gel Electrophoresis: Nucleic Acids*. Garland Science Press. London. 192 p.
- Miesfield, R. L. 1999. *Applied Molecular Genetics*. John Wiley and Sons Publishers. USA. 312 p.
- Millner K. A. 2007. Climate variability and tropical tuna: Management challenges for highly migratory fish stocks. *Marine Policy Journal*. 31(2): 56-70. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2006.05.006>.
- Mojisola, O. N., Abideen, I. A., Adesola, B., dan Oluwabunmi J. S. 2013. Isothermal kinetics and thermodynamics studies of the biosorption of Pb(II) ion from aqueous solution using the scale of croaker fish (*Genyonemus lineatus*). *Journal of Water Reuse and Desalination*. 3(3): 239-248. DOI: 10.2166-/wrd.2013.077.

- Munday, B. L. dan Nakai, T. 1997. Special topic review: Nodaviruses as pathogens in larval and juvenile marine finfish. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 13(2): 375-381. DOI: 10.1023/-A:1018516014782.
- Munday, B. L., Kwang, J., dan Moody, N. 2002. Betanodavirus infections of teleost fish: a review. *Journal Fish Disease*. 25(2): 127-142. DOI: 10.1046/j.1365-2761.2002.00350.x.
- Nakajima, K., Maeno, Y., Kurita, J., dan Inui, Y. 1997. Vaccination against red seabream iridoviral disease in red seabream. *Fish Pathology*. 18(2): 99-101. DOI: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsfp1966/32/4/32_4_205/_pdf.
- Nakajima, K., dan Maeno, Y. 1998. Pathogenicity of red seabream iridovirus and other fish iridoviruses to red seabream. *Fish Pathology*. 33(2): 143-144. DOI: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsfp1966/33/3/33_3_143/_pdf.
- Nolan T, Rebecca E. H., dan Stephen A. B. 2006. Quantification of mRNA using *real-time* RT-PCR. *Journal Nature Protocols*. 1(3):1559-1582. DOI: 10.1038/nprot.2006.236.
- OIE. 2019. Principles dan Methods of Validation for Diagnostic Assays for Infectious Diseases. Chapter 1.1.6. In Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals, 8th Ed. OIE, Paris, France. www.oie.int/file-admin/Home/eng/Health_standards/tahm/1.01.06_VALIDATION.pdf. Diakses pada 12 April 2023.
- Olesen, N. J., Skall, H. F., dan Jensen, B. B. 2017. Viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) remains viable for several days but at low levels in the water flea (*Daphnia magna*). *Journal of Fish Aquatic*. 127(2): 11-18. DOI: <https://doi.org/10.3354/dao03185>.
- Ototake, M., Nishioka, T., Arimoto, M., Okamoto, N., dan Okamura, H. 1990. Viral nervous necrosis in hatchery-reared larvae and juveniles of Japanese parrotfish *oplegnathus fasciatus*. *Diseases of Aquatic Organisms* 40(3): 195-201. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.1990.tb00758.x>.
- Prihatiningsih, P., Edrus, I., dan Sumiono, B. 2018. Biologi reproduksi pertumbuhan dan mortalitas ikan ekor kuning (*Caesio cuning* Bloch, 1791) di perairan Natuna. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*. 10(1): 1-15. DOI: 10.15578/bawal.10.1.2018.1-15.
- Ransangan, J. dan Manin, B. O. 2012. Genome analysis of betanodavirus from cultured marine fish species in Malaysia. *Journal of Veterinary Microbiology*. 156: 16-44. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2011.10.002>.

- Rimstad, E., Mjaaland, S., dan Snow, M. 2011. *Infectious Salmon Anaemia Virus (ISAV). in Fish Diseases and Disorders: Volume 3: Viral, Bacterial and Fungal Infections*. CABI Publishing. UK. 490 p.
- Romero, P. 2002. *An Etymological Dictionary of Taxonomy*. CABI Publishers. Madrid. 171 p.
- Ronald, J. R. 2012. *Fish Pathology*. Blackwell Publishing Ltd. USA. 592 p.
- Sassa, C., Konishi, Y., dan Mori, K. 2006. Distribution of jack mackarel (*Trachurus japonicus*) larvae and juvenils in the East China Sea, with special reference to the larva transport by the Kuroshio Current. *Fisheries Oceanography*. 15(6): 508-518. DOI. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2419.2006.00417.x>.
- Schmittgen, T. D., dan Livak, K. J. 2008. Analyzing *real-time* PCR data by the comparative C(T) method. *Nature Protocols*. 3(6): 1101-1108. DOI: 10.1038/nprot.2008.73.
- Sedgwick, S. D. 1990. *Trout Farming Handbook*. Blackwell Publishing Ltd. London. 192 p.
- Sobri. 2001. *Ekonomi Interasional: Teori Masalah dan Kebijakan*. BPFE UII. Yogyakarta. 262 hlm.
- Sri, M., Hadijah., dan Bobby, H. 2021. *Potensi Pengembangan Budidaya Ikan Kerapu Perairan Teluk Ambai Provinsi Papua*. Pusaka Almaida. Sulawesi Selatan. 87 hlm.
- Stephen, D., McCormick., Lars, P., Hansen., dan Richard, L. 1998. Movement, migration, and smolting of atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Fish Biology*. 11(2): 559-575. DOI: <https://www.bio.umass.edu/biology/mccormick/pdf>.
- Subyakto, S., Dede, S., Moh. Afandi., dan Sofiati 2009. Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) semi intensif dengan metode resirkulasi tertutup untuk menghindari serangan virus. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 1(2): 121-128. DOI: 10.20473/jipk.v1i2.11677.
- Sunarto, A., Rukyani, A., dan Toshiaki, I. 2009. Indonesian experience on the outbreak of koi and carp (*Cyprinus carpio*). *Bulletin of Fisheries Research Agency*. 7(2): 15-21. DOI: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33701215/09-libre.pdf>.
- Susanto, E., Supriharti, D., dan Nasution, A. H. 2021. *Deteksi Molekuler Red Seabream Iridovirus (RSIV) pada Komoditas Kerapu (Epinephelus spp.) di BKIPM Medan 1*. Universitas Sumatera Utara. Medan. 15 hlm.

- Sutarto, T., Gani., Utari., Tresnawati., dan Cita. 2011. *Pengantar Biologi Sel*. Unpas Press. Bandung. 86 hlm.
- Suttle, C. A. 2007. Marine viruses major players in the global ecosystem. *Nature Reviews Microbiology*. 5(10): 801-812. DOI: 10.1038/nrmicro1750.
- Suwiryo, D. H. 2018. *Bisnis Internasional*. PT. Mitra Wacana Media. Jakarta. 130 hlm.
- Suwoyo, H. S. 2011. Kajian kualitas air pada budidaya kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*.) sistem tumpang sari di areal mangrove. *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk*. 39(2): 25-40. DOI: <http://dx.doi.org-/10.31258/terubuk.39.2.%25p>.
- Tacon, A. G. J., dan Metian, M. 2015. Feed matters: satisfying the feed demand of aquaculture. *Reviews in the Fisheries Science and Aquaculture*. 23(1): 1-10. DOI: 10.1080/23308249.2014.987209.
- Taslihan, A., Ani. W., Retna. H., dan S. M. Astuti. 2004. *Pengendalian Penyakit pada Budidaya Ikan Air Payau*. KKP-Direktorat Jenderal Perikanan Balai Besar Budidaya Air Payau. Jepara. 32 hlm.
- Wibowo, R. L. dan Syabani, W. M. 2015. Identifikasi kulit ikan buntal (*Arothon reticularis*) menggunakan scanning electron microscope (SEM). *Berkala Penelitian Teknologi Kulit, Sepatu, dan Produk Kulit*. 14(1): 32-43. DOI: <https://www.repository.atk.ac.id>.
- Widiastuti. 2008. *Analisis Mutu Ikan Tuna Selama Lepas Tangkap pada Perbedaan Preparasi dan Waktu Penyimpanan*. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 84 hlm.
- Widiyanti, F. D. 2021. *Deteksi Molekuler Red Seabream Iridovirus (RSIV) pada Komoditas Kerapu (Epinephelus Spp.) di BKIPM Medan 1*. (Tesis). Universitas Sumatera Utara. Medan. 25 hlm.
- Wijayanti, I. 2013. Potensi dan distribusi spasial ikan demersal di laut Jawa (WPP NRI-712) dengan menggunakan teknologi hidroakustik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 5(2): 469-480. DOI: <https://doi.org/10.29244-jitkt.v10i2.21549>.
- Williams, E. H., dan Williams, L. B. 1996. Parasites of offshore big game fishes of Puerto Rico and the Western Atlantic. *Journal of Parasitology*. 84(2): 283. DOI: 10.2307/3284483.
- Woo, P. T. K., dan Cipriano, R. C. 2019. *Fish Viruses and Bacteria: Pathobiology and Protection*. CABI. Canada. 339 p.

- Yanong, R. E. P. 2016. *Viral Nervous Necrosis (Betanodavirus) Infections in Fish*. Department of Fisheries and Aquatic Sciences, UF/IFAS Extension. University of Florida Press. USA. 16 p.
- Yuasa, K., N, Panigoro., M, Bahman., dan E. K, Kholidin. 2003. *Panduan Diagnosa Penyakit Ikan*. KKP-Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan. Jambi. 75 hlm.
- Yuasa, K., Koesharyani, I., dan Mahardika, K. 2007. Effect of high water temperature on betanodavirus infection of fingerling humpback grouper *Cromileptes altivelis*. *Fish Pathology*. 42(4): 219-221. DOI: 10.3147/jsfp.42.219.
- Zahara, A. A., Ningrum, A. S., Zain, B. K., Siswanti, I., dan Riandinata, S. K. 2023. Identifikasi jenis ikan demersal dan pengelolaan perikanan tangkap berkelanjutan di Pasar Ikan Anaiwoi Kabupaten Kolaka. *Journal of Marine Research*. 12(3): 422-430. DOI: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jmr>.
- Zaki, S., Al-Mamary, J., Al-Marzouqi, A., dan Al-Kharusi, L. 2017. First record of the Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* (Temminck and Schlegel. 1844) from the coast off Sur. Sultanate of Oman. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)*. 2(4): 1752-1757. DOI: <http://dx.doi.org/10.22161/ijeab/2.4.36>.
- Zhao, Z., Ke, F., Li, F., Gui, J., dan Zhang, Q. 2008. Isolation characterization and genome sequence of a birnavirus strain from flounder *Paralichthys olivaceus* in China. *Archives of Virology*. 153(12): 1143-1148. DOI: 10.1007/s00705-008-0075-0.
- Zorriehzahra, M. J. 2020. *Emerging and Reemerging Viral Pathogens*. Academic Press. London. 1.170 p.