

DISERTASI

**REEVALUASI KEBERADAAN PENYAKIT TUNGRO
DI BEBERAPA DAERAH DI SULAWESI SELATAN
BERDASARKAN STUDI EPIDEMIOLOGI**

**REEVALUATION OF THE EXISTANCE OF TUNGRO
DISEASE IN SEVERAL AREAS IN SOUTH SULAWESI
BASED ON EPIDEMIOLOGICAL STUDIES**

Disusun dan diajukan oleh

NUR ROSIDA

P0100316002



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2020

**REEVALUASI KEBERADAAN PENYAKIT TUNGRO
DI BEBERAPA DAERAH DI SULAWESI SELATAN
BERDASARKAN STUDI EPIDEMIOLOGI
Disertasi**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Doktor

Program Studi
Ilmu Pertanian

Disusun dan diajukan oleh

NUR ROSIDA

kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

DISERTASI

REEVALUASI KEBERADAAN PENYAKIT TUNGRO DI BEBERAPA DAERAH DI SULAWESI SELATAN BERDASARKAN STUDI EPIDEMIOLOGI

Disusun dan diajukan oleh

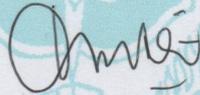
NUR ROSIDA

P0100316002

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Doktor Program Studi Ilmu Pertanian Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin pada tanggal 30 Desember 2020 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

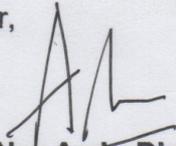
Promotor,



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc

Nip. 196503161989032002

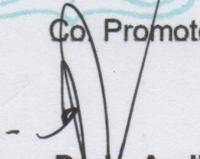
Co. Promotor,



Prof. Dr. Ir. Nur Amin, Dipl. Ing.

Nip. 196212021987021002

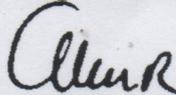
Co. Promotor,



Dr. Ir. Andi Nasruddin, M.Sc

Nip. 196012311986011011

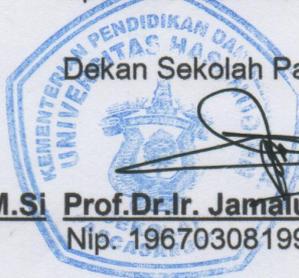
Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Ir. Darmawan Salman, M.Si

Nip. 196306061988031004

Dekan Sekolah Pascasarjana,



Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc

Nip. 196703081990031001

PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Nur Rosida
Nomor Mahasiswa : P0100316002
Jenjang Pendidikan : S3
Program Studi : Ilmu Pertanian

Menyatakan bahwa Disertasi yang berjudul "Reevaluasi Keberadaan Penyakit Tungro di Beberapa Daerah di Sulawesi Selatan Berdasarkan Studi Epidemiologi" adalah BENAR merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi Disertasi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Desember 2020

Yang menyatakan



(Nur Rosida)

PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT berkat segala limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulisan disertasi ini dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada: Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc selaku Promotor, Prof. Dr. Ir. Nur Amin, Dipl.Ing.Agr., selaku Ko-promotor dan Dr. Ir. Andi Nasruddin, M.Sc selaku Ko-promotor atas segala kearifan dan ketulusan hati telah meluangkan waktu memberikan arahan, bimbingan, motivasi, dan perhatian dalam pelaksanaan penelitian hingga penyelesaian disertasi ini. Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Dekaan Fakultas Pertanian, Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman, Ketua Program Studi Ilmu Pertanian beserta seluruh jajarannya atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk mengikuti pendidikan pada Program Doktor (S3) di Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Demikian pula kepada seluruh staf administrasi Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin atas pelayanan administrasi selama penulis mengikuti pendidikan. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada:

1. Kepala Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Atas peluang dan kesempatan beasiswa yang diberikan selama studi.

2. Kepala Loka Penelitian Penyakit Tungro Lanrang (Ir. Syahrir Pakki, M.P., Dr.Ir. Ahmad Muliadi, M.P., Dr. Fausiah T.Ladja, S.P, M.Si.) atas dukungan dan bantuannya selama ini.
3. Bp.Yusran Arifin, Sdr. Andri, Sdr.M.Ridwan, dan Sdr Ristanti (Lolit Tungro) atas bantuannya selama pengujian di rumah kaca dan survei di lapangan serta seluruh responden (para petani) baik yang berlokasi di Sidrap, Pinrang, Maros, dan Gowa, atas bantuannya dalam survei di lapangan.
4. Para pengelola Laboratorium Mikrobiologi di BB Biogen, Cimanggu Kota Bogor (Dr.Dra. Ifa Manzila, M.Si., Ir.Tri Puji Priyatno, M.Agr.Sc., Ph.D., dan Sdr. Sherli Anggraini, S.P) atas kerja sama dan bantuannya selama pengujian di Laboratorium.
5. Teman-teman pada Program Pascasarjana Unhas (Ilmu Pertanian 2016) dan petugas belajar dari Badan Litbang Pertanian, atas semangat dan dukungannya selama ini.
6. Ayahanda Adam Sabil dan Ibunda Salma Tampa (Almarhum dan Almarhumah), bapak/ibu mertua, kakak dan saudara-saudara sekeluarga semua atas doa takzim dan dukungannya.
7. Suami (Arhanuddin Salim) tercinta dan buah hati (Queene Arsyfa Elzira dan Muhammad Kun Mahatma) tersayang, yang selalu setia mendoakan dan mendampingi dalam suka dan duka selama studi.

Akhir kata, penulis berharap agar hasil penelitian dalam disertasi ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang berkepentingan untuk kemajuan dan pengembangan ilmu pengetahuan.

Makassar, Desember 2020

Nur Rosida

DAFTAR ISI

halaman

PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian.....	7
D. Kegunaan Penelitian.....	7
E. Kebaruan Penelitian.....	8
BAB II.....	9
TINJAUAN PUSTAKA.....	9
A. Penyakit Tungro.....	9
1. Penyebab Penyakit Tungro.....	11
2. Gejala Penyakit Tungro.....	14

3. Penularan Virus Tungro	17
4. Epidemi Penyakit Tungro	18
5. Pengendalian Penyakit Tungro	21
B. Keragaman Biotipe Wereng Hijau dan Viulensi Virus Tungro	25
C. Kerangka Pemikiran	29
D. Hipotesis	32
BAB III	33
METODE PENELITIAN	33
A. Tempat dan Waktu Penelitian	33
B. Bahan dan Alat Penelitian.....	33
C. Tatalaksana Penelitian.....	35
1. Reevaluasi Populasi Wereng Hijau dan Persentase Insiden Tungro.	36
2. Deteksi Keberadaan Virus Tungro dan Evaluasi Keragaman Virulensinya pada Varietas Diferensial	38
a. Deteksi Keberadaan Virus Tungro	38
b. Evaluasi Keragaman Virulensi Virus Tungro.....	44
3. Identifikasi Keragaman Biotipe Wereng Hijau dan Evaluasi Efisiensi Penularan Virus Tungro pada Varietas Diferensial	47
a. Identifikasi Keragaman Biotipe Wereng Hijau.....	47
b. Efisiensi Penularan Virus Tungro.....	50
BAB IV	53
HASIL DAN PEMBAHASAN	53
A. Hasil	53
1. Reevaluasi Populasi Wereng Hijau dan Persentase Insiden Tungro.	53
2. Deteksi keberadaan virus tungro dan Evaluasi Keragaman Virulensinya pada Varietas Diferensial	58

a. Deteksi Keberadaan Virus tungro	58
b. Evaluasi Keragaman Virulensi Virus Tungro.....	75
3. Identifikasi Keragaman Biotipe Wereng Hijau dan Evaluasi Efisiensi Penularan Virus Tungro pada Varietas Diferensial	84
a. Identifikasi Keragaman Biotipe Wereng Hijau	84
b. Evaluasi Efisiensi Penularan Virus Tungro.....	88
B. Pembahasan.....	90
1. Reevaluasi Populasi Wereng Hijau dan Persentase Insiden Tungro.	90
2. Deteksi keberadaan virus tungro dan Evaluasi Keragaman Virulensinya pada Varietas Diferensial	96
a. Deteksi Keberadaan Virus Tungro	96
b. Evaluasi Keragaman Virulensi Virus Tungro.....	110
3. Identifikasi Keragaman Biotipe Wereng Hijau dan Evaluasi Efisiensi Penularan Virus Tungro pada Varietas Diferensial	118
a. Identifikasi Keragaman Biotipe Wereng Hijau	118
b. Evaluasi Efisiensi Penularan Virus Tungro.....	120
BAB V	124
KESIMPULAN DAN SARAN	124
A. Kesimpulan.....	124
B. Saran.....	125
DAFTAR PUSTAKA.....	126
LAMPIRAN	144

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Rata-rata populasi Wereng Hijau di empat kabupaten di Sulawesi Selatan	57
Tabel 2.	Rata-rata Insiden Tungro di empat kabupaten di Sulawesi Selatan	57
Tabel 3.	Hasil survei jenis varietas dan jumlah tanam bergejala tungro di beberapa daerah di Sulawesi Selatan	59
Tabel 4.	Hasil survei jenis gulma di beberapa daerah di Sulawesi Selatan.....	61
Tabel 5.	Respons dua varietas padi diferensial yang diinokulasi dengan 4 isolat virus tungro pada 28 hari setelah inokulasi (HSI)	76
Tabel 6.	Perkembangan dan kelangsungan hidup wereng hijau (<i>N.virescens</i>) dari beberapa Kabupaten di Sulawesi Selatan	86
Tabel 7.	Efisiensi Berbagai Koloni Wereng Hijau dalam Menularkan Penyakit Tungro Padi dan Reaksi Varietas terhadap Infeksi Penyakit.....	89
Tabel 8.	Biotipe koloni GLH yang dikumpulkan dari berbagai lokasi di Sulawesi Selatan	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Elektron mikrograf dan skema organisasi genom RTBV	12
Gambar 2.	Elektron mikrograf dan organisasi genom RTSV	14
Gambar 3.	Gejala penyakit tungro pada varietas padi rentan dan proses penularan tungro oleh vektor <i>Nephotettix virescens</i>	16
Gambar 4.	Diagram Alir Kerangka Pemikiran	31
Gambar 5.	Alur tatalaksana penelitian	35
Gambar 6.	Pola fluktuasi populasi wereng hijau dan persentase insiden tungro di kabupaten Pinrang dan Kabupaten Sidrap pada MT.I dan MT.II Tahun 2019.	54
Gambar 7.	Pola fluktuasi populasi wereng hijau (a) dan persentase insiden tungro (b) di Kabupaten Gowa dan Kabupaten Maros pada MT.I dan MT.II Tahun 2019.....	55
Gambar 8.	Elektroforesis hasil analisis PCR beberapa isolat virus tungro pada tanaman padi dan gulma MT.I pada PAGE....	62
Gambar 9.	Elektroforesis hasil analisis PCR beberapa isolat tanaman padi dan gulma MT.II pada PAGE	64
Gambar 10.	Kesejajaran sekuen nukleotida dari sebagian CP RTBV pada beberapa isolat RTBV pada tanaman padi dan gulma dari Sulawesi Selatan (Indonesia) dengan beberapa isolat di Asia (GenBank).....	66
Gambar 11.	Kesejajaran sekuen asam amino dari sebagian CP RTBV pada beberapa isolat RTBV pada tanaman padi dan gulma dari Sulawesi Selatan (Indonesia) dengan beberapa isolat di Asia (GenBank).....	70
Gambar 12.	Pohon filogenetika yang menggambarkan hubungan kekerabatan tiga isolat RTBV pada Sulawesi Selatan dengan isolat-isolat RTBV Indonesia yang tersedia pada GenBank dengan analisis UPGMA	73
Gambar 13.	Penampilan varietas TN1 pada 28 hari setelah diinokulasi dengan isolat virus tungro.....	77

Gambar 14. Elektroforesis hasil analisis PCR varietas TN1 setelah diinokulasi dengan beberapa isolat virus tungro pada PAGE .	79
Gambar 15. Kesejajaran sekuen nukleotida CP RTSV pada isolat RTSV dari sampel tanaman padi kabupaten Gowa Sulawesi Selatan (Indonesia) dan isolat Asia (GenBank).....	80
Gambar 16. Kesejajaran sekuen asam amino CP RTSV pada isolat RTSV dari sampel tanaman padi kabupaten Gowa Sulawesi Selatan (Indonesia) dan isolat Asia (GenBank).....	82
Gambar 17. Pohon filogenetika yang menggambarkan hubungan kekerabatan isolat RTSV pada sampel padi TN1 dari Gowa Sulawesi Selatan (Indonesia) dengan isolat-isolat RTSV yang tersedia pada GenBank dengan analisis UPGMA	83
Gambar 18. Persentase rata-rata nimfa instar pertama yang berhasil berkembang menjadi nimfa instar kedua dari setiap koloni pada TN-1, IR 46, Ciliwung, IR 48, dan IR 66.....	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Luas serangan tungro pada tanaman padi tahun 1969-2006 di Indonesia	144
Lampiran 2.	Luas serangan tungro pada tanaman padi tahun 1998-2019 Sulawesi Selatan	144
Lampiran 3.	Luas Serangan Tungro pada Tanaman Padi Tahun 2009-2011	145
Lampiran 4.	Luas Serangan Tungro pada Tanaman Padi Tahun 2012-2014	146
Lampiran 5.	Luas Serangan Tungro pada Tanaman Padi Tahun 2014-2016	147
Lampiran 6.	Luas Serangan Tungro pada Tanaman Padi Tahun 2017-2019	148
Lampiran 7.	Luas serangan tungro pada tanaman padi tahun 2010-2019 di beberapa kabupaten di Sulawesi Selatan	149
Lampiran 8.	Data curah hujan bulanan di beberapa daerah di Sulawesi Selatan tahun 2019.....	150
Lampiran 9.	Data suhu udara rata-rata Kabupaten Sidrap dan Maros, tahun 2015 – 2019.....	151
Lampiran 10.	Sampel tanaman padi yang terindikasi terinfeksi virus tungro yang ditemukan pada beberapa lokasi survei di Pinrang, Sidrap, Gowa dan Maros	152
Lampiran 11.	Sampel gulma (inang alternatif virus tungro) yang ditemukan pada beberapa lokasi survei di Pinrang, Sidrap, Gowa dan Maros	154
Lampiran 12.	Penampilan varietas rentan (TN1) dan varietas tahan virus tungro (Inpari 9) 28 hari setelah diinokulasi dengan isolat dari Pinrang, Sidrap, Gowa, dan Maros	156

ABSTRAK

NUR ROSIDA. *Reevaluasi Keberadaan Penyakit Tungro di Beberapa Daerah di Sulawesi Selatan Berdasarkan Studi Epidemiologi* (dibimbing oleh **Tutik Kuswinanti, Nur Amin, dan Andi Nasruddin**).

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengevaluasi pola fluktuasi populasi wereng hijau dan persentase insiden tungro di beberapa daerah di Sulawesi Selatan, (2) mendeteksi keberadaan virus tungro (RTBV dan RTSV) pada tanaman padi dan gulma di beberapa daerah di Sulawesi Selatan dan mengevaluasi keragaman virulensinya pada varietas padi diferensial, (3) mengidentifikasi keragaman biotipe wereng hijau dari beberapa daerah di Sulawesi Selatan dan mengevaluasi kemampuannya menularkan virus tungro pada varietas padi diferensial.

Penelitian ini dilaksanakan di lokasi persawahan petani (Pinrang, Sidrap, Gowa dan Maros), di Rumah Kaca dan Laboratorium Loka Penelitian Penyakit Tungro, Lanrang, Sidenreng Rappang, Sulawesi Selatan serta di Laboratorium Balai Besar Biogen, Litbang Pertanian Bogor sejak bulan Agustus 2018 sampai dengan Juli 2020. Satu varietas rentan (TN1), empat varietas tahan wereng hijau, dan satu varietas tahan virus tungro digunakan pada penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei populasi wereng hijau dan persentase insiden tungro, koleksi tanaman padi bergejala tungro dan gulma, serta koleksi koloni wereng hijau dari lokasi persawahan di Pinrang, Sidrap, Gowa, dan Maros. Wereng hijau ditangkap dengan jaring serangga sebanyak 10 kali ayunan ganda lalu dihitung jumlahnya dari setiap lokasi dan persentase insidensi tungro diamati dengan menghitung jumlah rumpun tanaman yang bergejala tungro dibagi dengan populasi rumpun per luasan pengamatan dikalikan 100%. Analisis PCR digunakan untuk deteksi keberadaan virus tungro pada tanaman padi bergejala tungro dan pada gulma. Virulensi virus tungro ditentukan berdasarkan nilai indeks penyakit (DI) dengan metode test tube. Biotipe wereng hijau ditentukan berdasarkan uji perkembangan dan survival wereng hijau, serta kemampuannya menularkan virus tungro pada varietas diferensial.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola fluktuasi populasi wereng hijau di Sulawesi Selatan cenderung mengalami perubahan dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Persentase insiden tungro berkorelasi positif dengan fluktuasi populasi wereng hijau. Populasi wereng hijau dan persentase insiden tungro tergolong rendah. Diantara 69 sampel padi dan 36 sampel gulma yang terdeteksi positif RTBV adalah 1 sampel padi dari Pinrang, 2 sampel dari sidrap, 1 sampel dari Gowa dan tidak ada sampel dari Maros sedangkan RTSV hanya terdeteksi pada 1 sampel padi dari Gowa. Tidak terdeteksi RTBV maupun RTSV pada gulma dari Pinrang, Sidrap, Gowa, dan Maros. Hanya isolat Gowa yang virulen pada varietas TN1, sedangkan isolat Pinrang, Sidrap, dan Maros tidak virulen. Semua isolat tersebut, tidak virulen pada varietas tahan tungro (Inpari 9 Elo). Semua koloni wereng hijau asal Pinrang, Sidrap, Gowa dan Maros bersifat virulen dan efisien menularkan virus tungro pada semua varietas diferensial dan termasuk dalam biotipe yang sama (biotipe 1654). Insiden tungro di Sulawesi Selatan dari waktu ke waktu semakin rendah karena populasi wereng hijau dan sumber inokulum virus tungro khususnya virus RTSV semakin berkurang dan virulensi virus tungro tergolong rendah.

Kata kunci : Padi, tungro, RTBV, RTSV, wereng hijau, biotipe, varietas diferensial, virulensi.

ABSTRACT

NUR ROSIDA. *Reevaluation of the Existence of Tungro Disease in Several Areas in South Sulawesi Based on Epizemiological Studies* (Supervised By **Tutik Kuswinanti, Nur Amin, and Andi Nasruddin**)

The study aims to: (1) evaluate the fluctuation pattern of green leafhoppers (GLH) (*Nephotettix virescens*) and the incidence percentage of rice tungro disease (RTV) in several areas in South Sulawesi; (2) detect the presence of tungro viruses (RTBV and RTSV) in rice and weeds in several areas in South Sulawesi and evaluate the variability of their virulence in differential rice varieties; (3) identify the diversity of green leafhopper biotypes from several regions in South Sulawesi and evaluate its ability to transmit tungro virus to differential rice varieties.

This research was conducted in farmers' rice fields (Pinrang, Sidrap, Gowa, and Maros), in the Greenhouse and Laboratory of the Tungro Disease Research Workshop, Lanrang, Sidenreng Rappang, South Sulawesi and at the Laboratory of the Center for Biogen, Bogor Agricultural Research, from August 2018 to July 2020. One susceptible variety (TN1), four green leafhopper resistant varieties, and one tungro virus resistant variety were used in the study. The method used in this study was a survey to determine the GLH population dynamics and the incidence percentage of tungro disease. During the survey, rice and weed samples showing RTV symptoms and live GLH were collected from survey sites. In each site, the GLH population was estimated per 20 swings of a sweepnet (diam 30 cm). While, incidence percentage of tungro disease was estimated by using the formula: the number of infected plants divided by the number of observed plants times 100%. PCR analysis was used to detect the presence of tungro virus in infected rice plants and in weeds. Tungro virus virulence was determined based on the disease index value (DI) using the test tube method. The green leafhopper biotype was determined based on the development and survival test of the green leafhopper, as well as its ability to transmit the tungro virus to differential varieties.

The results show that the fluctuation pattern of the green leafhoppers in South Sulawesi tended to change compared to previous years. The incidence of tungro was positively correlated with the green leafhopper population. The green leafhoppers population and the incidence percentage of tungro were relatively low. Among the 69 rice samples and 36 weed samples 1 rice sample from Pinrang, 2 rice samples from Sidrap, 1 rice sample from Gowa, and no sample from Maros were infected by RTBV; while, RTSV is only detected in 1 rice sample from Gowa. Neither RTBV nor RTSV were detected in weeds from Pinrang, Sidrap, Gowa, and Maros. Only Gowa isolates were virulent on the TN1 variety, while Pinrang, Sidrap, and Maros isolates were avirulent. All RTV isolates were not virulent in tungro resistant varieties (Inpari 9 Elo). All colonies of green leafhopper from Pinrang, Sidrap, Gowa, and Maros were efficient in transmitting tungro virus in all differential varieties and included in the same biotype (Biotype 1654). The incidence of tungro in South Sulawesi has decreased from time to time because the green leafhopper population and the source of the tungro virus inoculum, especially the RTSV, are decreasing and the virulence of the tungro virus is low.

Keywords: Rice, tungro, RTBV, RTSV, green leafhoppers, biotype, differential varieties, virulence

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penyakit tungro merupakan salah satu kendala utama dalam produksi padi (*Oryza sativa* L.) tidak hanya di Indonesia tetapi di seluruh Asia Selatan dan Tenggara. Penyakit ini disebabkan oleh hasil infeksi simultan dua jenis virus yang berbeda secara morfologi dan secara genetik adalah *rice tungro bacilliform virus* (RTBV) dan *rice tungro spherical virus* (RTSV) (Hull, 1996; Bunawan *et al.*, 2014). RTBV dan RTSV ditularkan secara semi-persisten oleh lima spesies wereng daun (Homoptera: Cicadellidae) yang terdiri dari empat spesies wereng hijau, yaitu : *Nephotettix virescens* Distant, *N.nigropictus* Stal, *N. malayanus* Ishihara et Kawase, *N.parvus* Ishihara et Kawase, dan satu spesies wereng loreng, *Recilia (Maistas) dorsalis* Motschulsky (Hibino, 1983; Siwi *et al.*, 1987). Diantara kelima vektor tersebut, *N.virescens* adalah vektor penyakit tungro yang paling efisien (Hibino, 1996).

Di Indonesia, luas insiden tungro sejak periode awal revolusi hijau (1969-1975) mencapai 120.000 ha (Muhsin dan Widiarta, 2010). Bahkan diperkirakan hingga tahun 1984 mencapai 199.000 ha, kemudian menurun secara bertahap dan sejak itu tetap relatif rendah (Hasanuddin *et al.*, 1997). Pada kurun waktu 2009 - 2011 rerata insiden tungro di Indonesia adalah 12.567 ha per tahun (PUSDATIN, 2012). Lima tahun berikutnya

(2012-2017) menurun menjadi 6.275 ha per tahun. Pada 2019, luas kerusakan tanaman padi secara nasional akibat serangan tungro adalah 2.135 ha dari 7,46 juta ha sawah yang didominasi oleh beberapa daerah endemis diantaranya Sumatera Barat, Jawa Barat, Bali, NTB, Kalimantan Selatan dan Papua (PUSDATIN, 2017;2019; BBPOPT, 2019; DITLIN, 2019). Di Sulawesi Selatan, rerata insiden tungro pada kurun waktu 1998 - 2008 adalah 230 ha per tahun, lima tahun berikutnya (2009 – 2014) menurun menjadi 73, 5 ha per tahun, dan Pada kurun waktu 2015 – 2018 menurun lagi menjadi 16,5 ha per tahun. Pada 2015 dan 2019, tidak ada (0 ha) insiden tungro yang dilaporkan pada 654.818 ha sawah di Sulawesi Selatan (PUSDATIN, 2017;2019; BBPOPT, 2019; DITLIN, 2019).

Luas insiden tungro secara nasional terus menurun pasca epidemi besar pada 1975. Kondisi ini mungkin merupakan hasil nyata dari upaya penerapan pengendalian terpadu berbasis varietas tahan. Penelitian yang intensif dilakukan sejak tahun 1973, berhasil menurunkan luas insiden tungro di Sulawesi Selatan dari 9.700 ha (1982) menjadi 325 ha/tahun (1998 – 2006) dengan mengkombinasikan beberapa komponen teknologi pengendalian, seperti waktu tanam tepat, pergiliran varietas tahan wereng hijau, dan penggunaan insektisida secara bijaksana (Sama *et al.*, 1991; Burhanuddin *et al.*, 2006). Sejak tahun 1985 teknologi pengendalian penyakit tungro secara terpadu ini telah dipopulerkan dan diaplikasikan dengan konsisten di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tengah,

bahkan telah menjadi percontohan secara nasional (Burhanuddin *et al.*, 2006).

Penerapan waktu tanam tepat (menanam padi saat populasi inokulum dan vektor rendah) akhir-akhir ini kurang diperhatikan lagi, salah satu penyebabnya adalah faktor iklim, misalnya terjadi La-Nina (1998) yang mengakibatkan intensitas curah hujan cukup tinggi sehingga memberikan peluang bagi petani menanam padi terus menerus tanpa mengikuti waktu tanam yang tepat atau pada MT 2015 petani memundurkan waktu tanam karena dampak El-Nino (Sinartani, 2016). Selain itu anjuran untuk tanam padi tiga kali setahun di beberapa daerah juga menjadi pemicu tidak diindahkannya waktu tanam tepat. Walaupun demikian, insiden tungro tetap relatif rendah, bahkan di Sulawesi Selatan pada tahun 2015 dan 2019 tidak ditemukan adanya serangan tungro di lapangan (0.0 ha serangan) (PUSDATIN, 2017; 2019; BBPOPT, 2019; DITLIN, 2019).

Penerapan pola pergiliran varietas tahan wereng hijau dengan gen ketahanan yang berbeda terhadap wereng hijau, yaitu: T1 (G1h1), T2 (G1h6), T3 (G1h5), dan T4 (g1h4) juga telah berhasil menurunkan penyebaran penyakit tungro dalam areal yang luas di Sulawesi Selatan. Pola pergiliran varietas dengan gen ketahanan yang berbeda tersebut dimaksudkan untuk mencegah wereng hijau beradaptasi pada gen ketahanan tertentu setelah varietas dengan gen tersebut ditanam di dalam lahan yang luas dan dalam waktu yang relatif lama (Sama *et al.*, 1991).

Namun saat ini, pola pergiliran varietas tahan wereng hijau juga tidak lagi ditemukan pada pertanaman padi di Sulawesi Selatan. Fanatisme petani terhadap varietas tertentu dengan mutu tanak beras yang sesuai dengan preferensi konsumen, menyebabkan petani tidak memilih menanam varietas-varietas tahan wereng hijau (Widiarta *et al.*, 2014). Selain itu, didukung oleh undang-undang nomor 12 tahun 1992 pasa 6 ayat 1 yang memberikan kebebasan bagi petani untuk menentukan pilihan jenis tanaman dan pembudidayaannya (UU RI, 1992).

Suhu udara global diproyeksikan akan meningkat 0,3 - 4,8 ° C selama abad ke-21 (IPPC, 2014). Peningkatan suhu global sebesar 2° C berpengaruh secara signifikan terhadap perkembangan arthropoda (Kiritani, 2006), termasuk wereng hijau sebagai vektor virus tungro. Menurut Widiarta *et al* (2014), dengan asumsi bahwa suhu udara akan meningkat 2° C, maka jumlah keturunan wereng hijau akan meningkat dua kali lipat. Peggandaan populasi vektor kemungkinan meningkatkan tekanan seleksi terhadap varietas tahan (Holt, 1996) dan mengubah kelangsungan hidup vektor dan kemampuannya dalam memindahkan virus (Widiarta *et al.*, 2014).

Terganggunya kompleksitas hubungan antara vektor (wereng hijau), virus tungro (RTBV dan RTSV), tanaman, dan lingkungan mungkin juga menjadi salah satu faktor menurunnya luas insiden tungro, yakni pada musim tertentu di daerah endemik tungro, tidak terjadi penularan tungro atau insiden tungro tidak berbanding lurus dengan populasi

vektornya. Di Sulawesi Selatan, kabupaten Pinrang dan Sidenreng Rappang (Sidrap) dikenal sebagai daerah endemik penyakit tungro sedangkan kabupaten Barru, Pangkajene Kepulauan (Pangkep), Maros, Gowa, Takalar, dan Jeneponto adalah daerah non-endemik (Pakki dan Bastian 2008). Rendahnya populasi vektor infeksi (*filuriverous*) dan kurangnya sumber inokulum di lapangan atau hanya salah satu dari virus RTBV atau RTSV saja yang menginfeksi, memungkinkan gejala tungro yang ditemukan di lapangan sangat ringan atau bahkan gejala tidak tampak (Hibino *et al.*, 1978; Azzam and Chancellor, 2002).

Virulensi virus tungro, juga berbeda-beda di setiap lokasi sehingga kemungkinan pada lokasi tertentu ditemukan keparahan gejala yang tinggi namun di lokasi lain tidak ditemukan gejala. Adanya ketidaksamaa strain virus tungro adalah salah satu faktor penyebab adanya variasi parahnya munculnya gejala tungro (Choi *et al.*, 2009). Epidemi tungro dipengaruhi oleh ketersediaan sumber inokulum, virulensi dan keragaman virus tungro, spesies, biotipe, dan kepadatan populasi vektor, varietas dan pola tanam, keberadaan gulma inang alternatif, kondisi lingkungan (suhu dan curah hujan), serta musuh alami (Suzuki *et al.*, 1992; Holt *et al.*, 1996; Muhsin dan Widiarta, 2010). Kemajuan di bidang biologi molekuler atau teknologi berbasis DNA telah melahirkan berbagai teknik molekuler yang dapat dimanfaatkan untuk melacak penyakit tungro, deteksi dini infeksi virus tungro dan vektor infeksi, pelacakan keragaman strain virus tungro serta

penentuan karakter ketahanan dan perakitan varietas tahan tungro (Praptana dan Widiarta, 2017).

Berdasarkan kondisi tersebut di atas, maka pola fluktuasi populasi wereng hijau dan persentase insiden tungro perlu dievaluasi kembali karena cenderung mengalami perubahan. Selain itu perlu dilakukan deteksi keberadaan virus tungro baik RTBV maupun RTSV pada pertanaman padi dan gulma (inang alternatif virus tungro) secara detail menggunakan analisis PCR dan mengevaluasi tingkat virulensinya, serta perlu dilakukan identifikasi biotipe wereng hijau dan kemampuannya dalam memindahkan virus tungro.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang dikemukakan di atas, maka penelitian yang akan dilakukan diharapkan dapat memberikan jawaban atas pertanyaan dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana pola fluktuasi populasi wereng hijau dan persentase insiden tungro di beberapa daerah di Sulawesi Selatan?
2. Bagaimana keberadaan virus tungro (RTBV dan RTSV) pada tanaman padi dan gulma di beberapa daerah di Sulawesi Selatan dan keragaman virulensinya pada varietas padi diferensial?
3. Bagaimana keragaman biotipe wereng hijau dari beberapa daerah di Sulawesi Selatan dan kemampuannya dalam menularkan virus tungro pada varietas padi diferensial?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengevaluasi pola fluktuasi populasi wereng hijau dan persentase insiden tungro di beberapa daerah di Sulawesi Selatan.
2. Mendeteksi keberadaan virus tungro (RTBV dan RTSV) pada tanaman padi dan gulma di beberapa daerah di Sulawesi Selatan dan mengevaluasi keragaman virulensinya pada varietas padi diferensial.
3. Mengidentifikasi keragaman biotipe wereng hijau dari beberapa daerah di Sulawesi Selatan dan mengevaluasi kemampuannya menularkan virus tungro pada varietas padi diferensial.

D. Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi terkini mengenai pola fluktuasi populasi wereng hijau dan persentase insiden tungro di beberapa daerah di Sulawesi Selatan, keberadaan virus-virus tungro (RTBV dan RTSV) dan keragaman virulensinya pada varietas padi diferensial, keragaman biotipe wereng hijau dan kemampuannya menularkan virus tungro pada varietas padi diferensial, serta penyebab menurunnya insiden tungro dari tahun ketahun di Sulawesi Selatan guna mendeteksi secara dini perkembangan serangan tungro dan menyusun strategi pengendaliannya. Di samping itu, data tersebut akan berguna untuk memprediksi kemungkinan tungro kembali menjadi masalah dalam upaya peningkatan produksi padi dalam kondisi pemanasan global.

E. Kebaruan Penelitian

Penelitian ini akan menghasilkan beberapa kebaruan yaitu:

1. Diperoleh informasi terkini mengenai perubahan pola fluktuasi populasi wereng hijau dan persentase insiden tungro di beberapa daerah di Sulawesi Selatan.
2. Diperoleh informasi mengenai keberadaan virus-virus tungro (RTBV dan RTSV) dari hasil deteksi molekuler di beberapa daerah di Sulawesi Selatan dan keragaman virulensinya pada varietas padi diferensial.
3. Diperoleh keragaman biotipe wereng hijau dari beberapa daerah di Sulawesi Selatan dan kemampuannya menularkan virus tungro pada varietas padi diferensial.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penyakit Tungro

Tungro pertama kali ditemukan di Filipina pada tahun 1963 sebagai penyakit padi yang endemis. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa penyakit tersebut diakibatkan oleh virus yang ditularkan oleh wereng hijau *Nephotettix virescens* (Distant). Di Malaysia, tungro dikenal sebagai *penyakit merah* yang semula diduga sebagai akibat suatu kelainan fisiologis karena kekurangan nitrogen. Tungro juga ditemukan di Thailand pada tahun 1964 dan dinamakan penyakit daun kuning oranye. Di Jepang tungro dikenal sebagai penyakit *waika* yang disebabkan oleh virus berbentuk bulat (Shinkai, 1976). Di Indonesia tungro dikenal dengan berbagai nama daerah seperti *mentek* , di Jawa, *habang* di Kalimantan, *cella pance* di Sulawesi Selatan, *Konjo* di Sulawesi Tengah dan *kebeng* di Bali (Manwan *et al.*, 1987).

Penyakit tungro di Indonesia awalnya hanya terbatas di beberapa lokasi daerah tertentu di Sulawesi Selatan, Kalimantan Selatan, Nusa Tenggara Barat, dan Sulawesi Utara, namun kemudian meluas ke Jawa Timur, Jawa Tengah dan Yogyakarta. Pada tahun 1972/1973 telah terjadi ledakan tungro di Sulawesi Selatan dan pada tahun 1998/1999 terjadi serangan di Lombok Tengah dan Lombok Timur seluas 10.000 – 15.000 ha (Hasanuddin, 2008). Serangan virus tungro juga terjadi pada akhir tahun 1995 di Surakarta yang mengakibatkan sekitar 12.340 ha

pertanaman mengalami puso. Pengamatan pada musim hujan (MH) tahun 1996/1997 menunjukkan bahwa tungro ditemukan di bagian tengah dan selatan Jawa Barat (Widiarta *et al.*, 1997) dan pada MH 2003/2004 terjadi seranga seluas 2700 ha di Banten. Di Sulawesi Tenggara, serangan tungro sering terjadi di Kabupaten Konawe (Idris *et al.*, 2004). Sementara di Sulawesi Tengah, serangan tungro terjadi di beberapa kabupaten diantaranya di kabupaten Donggala (Depparaba *et al.*, 2004) dan kabupaten Sigi (Negara, A. 2018).

Di Indonesia, luas insiden tungro tertinggi pada masa revolusi hijau (1969-1975) mencapai 120.000 ha (Muhsin dan Widiarta, 2010). Diperkirakan antara tahun 1968 dan 1984 luas insiden tungro adalah 199.000 ha, kemudian menurun secara bertahap dan sejak itu tetap relatif rendah (Manwan *et al.*, 1987; Canchelor, 1996). Pada kurun waktu 2001 - 2006 rerata insiden tungro 3.650 ha per tahun (Raga, 2008). Selanjutnya pada tahun 2009, 2010 sampai 2011 insiden tungro berturut-turut meningkat dari 8.214 ha, 13.461 hingga 16.027 ha (PUSDATIN, 2012). Namun dalam kurun waktu 2012-2017 rerata luas insiden tungro kembali menurun menjadi 6.713 ha per tahun (PUSDATIN, 2017).

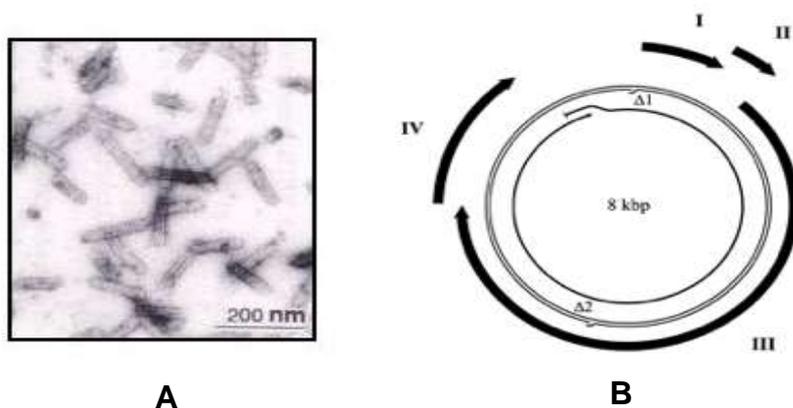
Isiden tungro di Sulawesi Selatan sejak tahun 1975-1992, terus mengalami penurunan. Selanjutnya di tahun 2011-2017 juga relatif terus menurun bahkan di tahun 2015 dan 2019 tercatat jika insiden tungro tidak ada sama sekali (Hasanuddin *et al.*, 2008; PUSDATIN, 2012; PUSDATIN, 2015; PUSDATIN, 2017; BBPOPT, 2019; DITLIN, 2019).

1. Penyebab Penyakit Tungro

Tungro disebabkan oleh infeksi dua virus yang berbeda yaitu virus berbentuk batang *Rice Tungro Bacilliform Virus* (RTBV) dan virus berbentuk bulat *Rice Tungro Spherical Virus* (RTSV) (Jones *et al.*, 1991). RTBV merupakan salah satu anggota dari Tungrovirus dan termasuk dalam family *Caulimoviridae* (King *et al.*, 2011). Partikel RTBV berbentuk batang dengan diameter sekitar 35 nm dan panjang sekitar 150 – 300 nm (Hibino *et al.*, 1978; Azzam and Chancellor., 2002) (Gambar 1A). Partikel RTBV terdiri dari dua bagian yaitu bagian luar dan bagian dalam. Bagian luar disebut *capsid* terbuat dari protein atau lipoprotein dan menutupi virus dengan struktur tonjolan (*capsomere*) untuk melindungi virus dari kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Bagian (komponen) dalam merupakan asam nukleat yang mengandung informasi genetik virus (*nucleocapsid*) dan mengendalikan metabolisme tanaman yang menandai terinfeksinya tanaman tersebut oleh virus (Hibino *et al.*, 1991; Matthews, 1992).

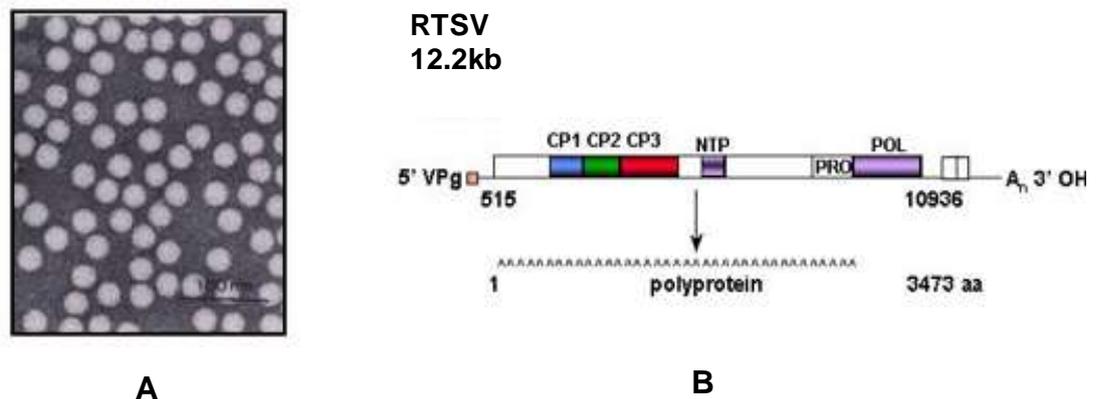
Genom RTBV adalah *circular double stranded DNA* (dsDNA) (Qu *et al.*, 1991), berukuran sekitar 8 kbp dan terdiri dari empat *open reading frames* (ORFs) (Herzog *et al.*, 2000 ; Azzam and Chancellor, 2002) (Gambar 1B), yang mengkode empat protein masing-masing 24, 12, 194 dan 46 kDa (Hay *et al.*, 1991), atau ORF I;P24, ORF II;P12, ORF III;P194 dan ORF IV;P46 (Hull., 1996). Fungsi dari ORF IV;P46 sampai saat ini belum teridentifikasi. ORF I; P24 terlibat dalam pengaturan proses

fotosintesis inang dan perkembangan gejala dimana terjadi interaksi langsung antara protein RTBV ORF I dengan protein D1 padi, RTBV dapat menyebabkan daun padi menguning dengan mengatur mesin fotosintesis melalui ORF I, dan homeostasis Fe / Zn. Oleh karena itu, protein RTBV mungkin menginduksi gejala dengan merusak homeostasis Fe dan Zn padi, biosintesis klorofil, dan proses fotosintesis (Srilatha *et al.*, 2019). ORF II; P12 berperan dalam peningkatan asam nukleat (Jacquot *et al.*, 1997). Viabilitas RTBV berkorelasi dengan kemampuan P12 untuk berinteraksi dengan CP dan diduga bahwa P12 berperan dalam proses capcidasi (Herzog *et al.*, 2000). ORF III mengandung empat gen fungsional yaitu *movement protein* (MP), aspartic protease (PR), CP (Marmey *et al* 1999), DNA polymerase, reverse transcriptase (RT) dan *ribonuclease H* (Laco and Beachy, 1994).



Gambar 1. (A) Elektron mikrograf RTBV (Azzam and Chancellor, 2002). (B) Skema organisasi genom RTBV. DNA virus berbentuk sirkulatif digambarkan oleh dua garis tipis dengan dua daerah tidak bersambung ($\Delta 1$ dan $\Delta 2$). Anak panah tebal di luar menggambarkan empat ORF pada virus ini (I, II, III, IV). *Pregenomic* RNA digambarkan oleh anak panah tipis di sebelah dalam DNA (Herzog *et al.*, 2000).

RTSV merupakan anggota dari genus Waikavirus dan termasuk dalam family *Sequiviridae* (van Regenmortel *et al.*, 2000). Virion RSTV berbentuk isometrik (bulat) berdiameter sekitar 30 nm (Hibino *et al.*, 1978 ; Azzam and Chancellor) (Gambar 2A). Genom RTSV adalah *positive single stranded* RNA (+ssRNA) dan mempunyai sequen poly (A) pada ujung 3' (Perrin and Hull, 1999). Genom RTSV berukuran sekitar 12,2 kb, terdiri dari satu ORF besar yang mengkode protein berukuran sekitar 390 kDa (Shen *et al.*, 1993; Azzam and Cahancellor, 2002), dan dua ORFs kecil pada ujung 3' yang mengkode protein berukuran 5 – 10 kDa (Thole and Hull, 1996). Genom RTSV terdiri dari beberapa gen fungsional dalam *coding region* yaitu CP1, CP2, CP3 (Zhang *et al.*, 2009), *nucleotide triphosphate* (NTP), *protease* (PRO) dan *polymerase* (POL) (Thole and Hull, 1996; Azzam and Cahancellor, 2002) (Gambar 2B). RTSV tidak memiliki kekerabatan serologi dengan RTBV dan keduanya dapat menginfeksi satu sel tanaman secara bersama-sama tanpa mengakibatkan proteksi silang antar keduanya (Hasanuddin, 2008).



Gambar 2. Elektron mikrograf RTSV **(A)** dan Organisasi genom RTSV **(B)**. Genom ssRNA digambarkan dengan bentuk *linear*, terdapat *covalently linked protein* (Vpg) pada ujung 5' dan sekuen poly (A) pada ujung 3' serta terdiri dari beberapa *coding region* (kotak berwarna) yaitu CP1, CP2, CP3, NTP dan POL (Azzam and Chancellor, 2002).

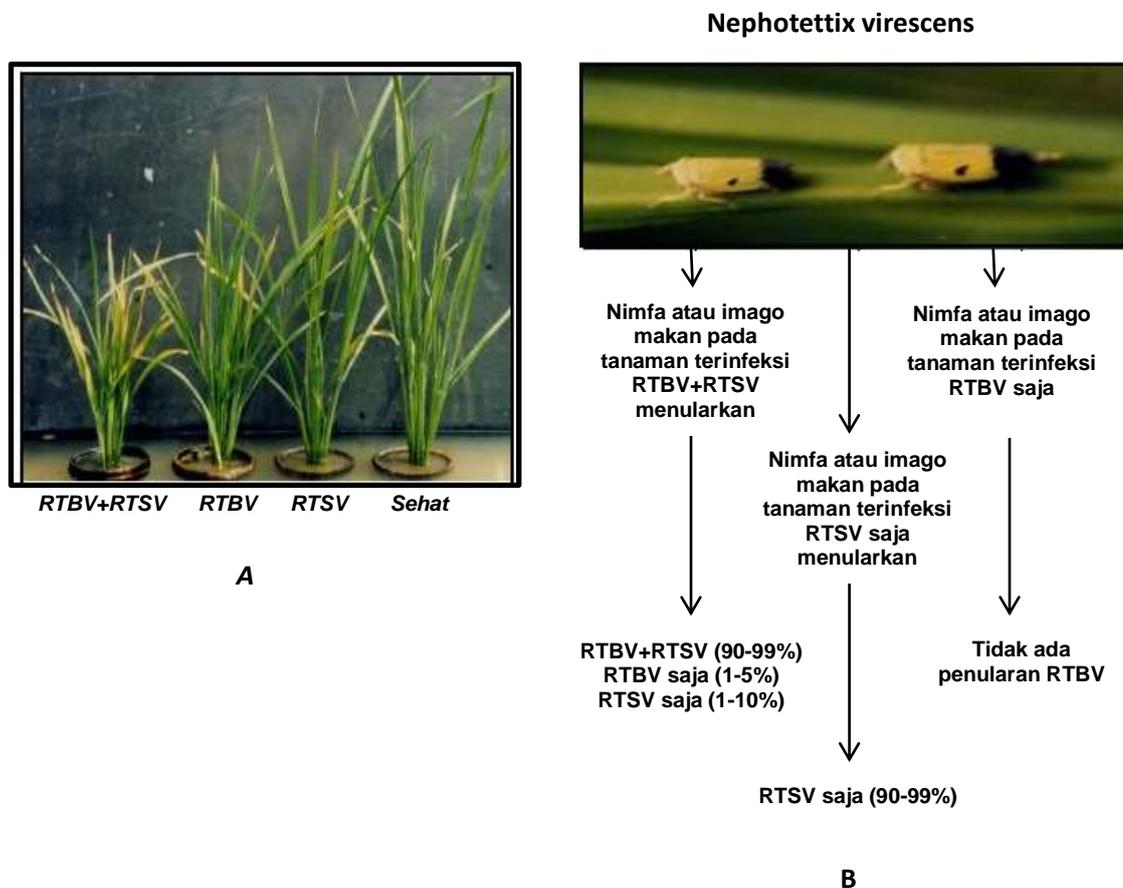
2. Gejala Penyakit Tungro

Kompleksitas gejala penyakit tungro dipengaruhi oleh tingkat ketahanan varietas, umur tanaman saat terjadi infeksi serta jenis dan strain virus yang menginfeksi (Hibino *et al.*, 1978). Umumnya, tanaman yang terinfeksi virus tungro menjadi kerdil, daun berwarna jingga dan jumlah anakan sedikit (Calleja, 2010). Infeksi virus tungro juga menyebabkan pemendekan malai, penurunan jumlah malai per rumpun (Choi *et al.*, 2009), dan kehampaan biji (Lee *et al.*, 2010). Infeksi pada varietas tahan tidak menimbulkan gejala atau hanya berupa perubahan warna daun menjadi agak kekuningan yang menghilang seiring bertambahnya umur tanaman (Choi *et al.*, 2009). Gejala tungro mulai terlihat pada saat 10-15 hari setelah inokulasi jika dilakukan penularan

buatan. Di pertanaman, gejala muncul pada saat tanaman berumur 21 – 30 hari setelah tanam (Raga *et al.*, 2004), bahkan seringkali gejala sudah terlihat pada saat tanaman berumur 1 – 2 minggu setelah tanam (Chancellor and Holt, 2008). Gejala yang pertama kali terlihat berupa warna kuning pada ujung daun muda yang disertai dengan *interveinal chlorosis*. Apabila tanaman terinfeksi virus tungro sejak awal vegetative maka jumlah anakan yang terbentuk sangat sedikit, perkembangan akar terhambat dan menjadi sangat kerdil (Azzam and Chancellor, 2002).

Tanaman padi yang terinfeksi kedua virus tungro menunjukkan gejala sangat kerdil, daun terpelintir berwarna kuning hingga oranye, anakan yang terbentuk sangat sedikit dan seringkali tidak terbentuk biji. Apabila tanaman hanya terinfeksi RTBV maka gejala yang ditimbulkan lebih ringan yaitu berupa daun yang berwarna kuning, sedangkan apabila hanya terinfeksi RTSV maka tanaman tidak menunjukkan gejala (Cabauatan and Hibino, 1988). RTBV merupakan virus yang berperan dalam kemunculan gejala, sedangkan RTSV berperan dalam penularan (Dahal *et al.*, 1990). Infeksi RTBV strain Ic pada varietas FK135 menyebabkan tanaman menjadi sangat kerdil, kurang anakan dan klorosis pada ujung daun, sedangkan jika diinfeksi strain G1 dan G2, tanaman menjadi agak kerdil dan tetap hijau. Infeksi strain Ic pada varietas TN1 menyebabkan gejala agak kerdil, sedangkan infeksi G2 menyebabkan gejala sangat kerdil dan daun berwarna kuning oranye. TKM6 merupakan varietas yang peka terhadap RTSV-Vt6 dan tahan

terhadap RTSV-A-Shen. Tanaman TKM6 yang diinfeksi RTSV-Vt6 dan RTBV menunjukkan gejala sangat kerdil dan berwarna kuning oranye (Cabauatan *et al.*, 1995).



Gambar 3. Gejala penyakit tungro pada varietas padi rentan dan proses penularan tungro oleh vektor *Nephrotettix virescens*. **A).** Infeksi dari *Rice Tungro Bacilliform Virus* (RTBV) dan *Rice Tungro Spherical Virus* (RTSV) tanaman tampak kerdil dan perubahan warna daun kuning-oranye. Infeksi oleh RTBV saja menyebabkan tanaman kerdil ringan dan daun menguning, sedangkan infeksi RTSV saja tidak menimbulkan gejala yang jelas dan terlihat mirip dengan tanaman yang sehat. **B).** Penularan kedua virus RTBV dan RTSV oleh *N.virescens* harus memakan tanaman yang terinfeksi oleh kedua virus tersebut. *N.virescens* dapat menularkan RTSV saja, tetapi tidak dapat menularkan RTBV tanpa RTSV.

3. Penularan Virus Tungro

Virus tungro hanya dapat ditularkan oleh wereng hijau secara semi-persisten dan tidak terjadi sirkulasi dan multiplikasi virus di dalam tubuh vector serta tidak terbawa pada keturunannya (Hibino and Cabunagan, 1985; Choi *et al.*, 2009). Terdapat lima spesies wereng hijau yang dapat menularkan virus tungro yaitu *Nephotettix virescens*, *N.nigropictus* (Stal), *Recilia dorsalis* (Motschulsky) (Bajet *et al.*, 1986; Chancellor *et al.*, 1996), *N.malayanus* dan *N.parvus* (Dahal *et al.*, 1990). *N.virescens* merupakan vektor yang paling penting karena lebih efisien dalam menularkan virus tungro (Siwi dan Suzuki, 1991), baik RTSV dan RTBV secara bersamaan atau RTSV saja (Choi *et al.*, 2009), lebih awal membentuk koloni dan lebih cepat perkembangan populasinya (Chancellor *et al.*,1996). *N.virescens* menghisap tanaman di bagian *phloem* pada varietas peka dan di bagian *xylem* pada varietas tahan, sehingga mudah untuk memperoleh virus tungro karena keberadaan RTSV terbatas pada *phloem* dan RTBV pada *vacular bundles* (Karim and Saxena, 1991).

Virus tungro dapat menyebar apabila vektor memperoleh virus dari tanaman terinfeksi kemudian berpindah dan menghisap tanaman sehat tanpa adanya periode laten (*latent period*) (Calleja, 2010). Vektor memerlukan waktu minimal selama 30 menit untuk memperoleh virus dari sumber inokulum (*acquisition acces period*) dan melakukan penularan (*inoculation acces periode*) selama 10 menit. Retensi virus di dalam tubuh vektor selama 3 hari (Hibino *et al.*, 1979), atau dapat mencapai 4

hari (Kristalisasi *et al.*, 2001), bahkan hingga 5 hari (Hibino, 1985), namun apabila vektor menghisap kedua virus maka retensi untuk RTBV adalah 7 hari dan 3 – 4 hari untuk RTSV. Vektor dapat menularkan virus sejak stadia nimfa sampai dengan imago. Virus akan hilang dari tubuh vektor bersamaan dengan proses ganti kulit (Hibino, 1983).

Di dalam penularan virus tungro, RTBV merupakan virus *dependent*, sedangkan RTSV sebagai virus pembantu (*helper virus*). Apabila vektor menghisap tanaman yang terinfeksi RTBV dan RTSV, maka vektor tersebut dapat menularkan kedua virus secara bersama-sama, atau hanya menularkan RTBV atau RTSV saja (Hibino, 1983). Penularan RTBV hanya terjadi apabila vektor telah menghisap RTSV terlebih dahulu, sedangkan penularan RTSV dapat terjadi tanpa bantuan RTBV (Hibino *et al.*, 1979; Cabauatan and Hibino, 1988).

4. Epidemi Penyakit Tungro

Epidemi tungro dipengaruhi oleh ketersediaan sumber inokulum, virulensi dan keragaman virus tungro, spesies dan kepadatan populasi vektor, jenis varietas dan pola tanam, keberadaan gulma inang alternatif, kondisi lingkungan baik fisik (suhu dan curah hujan) maupun biologi (musuh alami) serta praktek budidaya yang dilakukan (Suzuki *et al.*, 1992; Holt *et al.*, 1996). Ledakan penyakit tungro terjadi melalui suatu proses yang membutuhkan waktu dan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya: Jumlah populasi dan jenis spesies serangga penular (vektor), persentase serangga infeksius, kuantitas dan kualitas sumber inokulum,

luas pertanaman dan stadia tanaman peka, pola tanam tidak serempak dan padi ditanam sepanjang tahun, keberadaan dan potensi musuh alami (Raga *et al.*, 2004). Penyebaran tungro disebabkan oleh tingkat ketahanan varietas, stadia tanaman, adanya sumber inokulum dan padatnya populasi vektor (Rapusas and Heinrich, 1987).

Keberadaan vektor yang mengandung virus (*viruliferous vector*) adalah faktor utama yang sangat penting karena berfungsi menularkan dan menyebarkan virus tungro (Ganapathy *et al.*, 1999). Wereng hijau lebih suka makan pada tanaman muda dan lebih efisien memperoleh virus dari tanaman muda yang terinfeksi, sehingga kejadian tungro cepat meningkat pada tanaman muda (Choi *et al.*, 2009). Wereng hijau memiliki kemampuan beradaptasi yang tinggi sehingga sangat efektif menyebarkan virus tungro, walaupun kepadatan populasinya rendah terutama di daerah dengan pola tanam tidak serempak (Widiarta, 2005).

Fluktuasi insiden tungro berkorelasi positif dengan fluktuasi kepadatan populasi vektor apabila tersedia sumber inokulum (Tiongco *et al.*, 1993). Infeksi awal virus tungro ditentukan oleh kepadatan populasi vektor infeksi yang migrasi ke pertanaman, sedangkan perkembangan serangan selanjutnya ditentukan oleh sumber inokulum di pertanaman dan kepadatan populasi vektor generasi pertama (Sumardiyono *et al.*, 2004). Keberadaan 30 – 40% sumber inokulum di pertanaman yang disertai dengan peningkatan populasi vektor menyebabkan tingginya insiden tungro (Raga *et al.*, 2004).

Selain tanaman padi, ratun padi, beberapa jenis gulma juga dilaporkan sebagai sumber inokulum (inang alternatif) virus tungro. Gulma yang merupakan inang alternatif virus tungro yaitu Adas-adasan (*Fimbristylis miliacea*), Jajagoan (*Echinochloa crus-galli*), *Cyperus rotundus*, *Cyperus difformis*, *Panicum repens*, *Leptochloa chinensis*, *Eleusine indica*, Dekeng (*Cyperus iria*), Gonda (*Spenoclea zeilanica*), Genjoran (*Digitaria sanguinalis*), dan Eceng Padi (*Monocoria vaginalis*) (Khan *et al.*, 1991; Ladja *et al.*, 2016).

Terjadinya epidemi tungro dimulai dari infeksi yang berkembang di pertanaman dengan pola tanam tidak serempak dan akan menyebar dengan cepat apabila proporsi varietas rentan lebih tinggi daripada varietas tahan (Cabunagan *et al.*, 2001). Varietas rentan yang terinfeksi pada saat tanaman masih muda akan menjadi sumber inokulum yang lebih baik, sehingga penanaman varietas yang rentan terhadap virus tungro maupun vektornya akan mempercepat terjadinya epidemi tungro (Chancellor and Holt, 2008). Keberadaan varietas dengan gen ketahanan yang sama di suatu wilayah yang sama akan mempercepat tekanan seleksi vektor. Pada sebuah wilayah tertentu, ada kemungkinan terdapat variasi biologi dan genetik virus tungro, sehingga jika suatu varietas ditanam secara seragam dan terus-menerus maka ketahanannya akan lebih cepat menurun (Azzam and Cancellor, 2002).

Hasil penelitian tentang hubungan antara varietas, musim tanam, dan insiden tungro di Filipina menunjukkan bahwa insiden tungro pada

varietas tahan maupun peka lebih tinggi terjadi di musim hujan daripada di musim kemarau (Holt *et al.*, 1996). Fluktuasi curah hujan dan kelembaban relatif berpengaruh terhadap dinamika populasi vektor. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa populasi vektor pada musim hujan lebih tinggi daripada di musim kemarau (Siwi *et al.*, 1987; Widiarta, 2005). Insiden tungro yang tinggi pada musim hujan bertepatan dengan kepadatan populasi vektor yang tinggi, dan insiden tungro yang rendah di musim kemarau bertepatan dengan kepadatan populasi vektor yang lebih rendah daripada di musim hujan (Suzuki *et al.*, 1992). Penanaman suatu varietas harus disesuaikan dengan waktu tanam yang tepat untuk menghindari keberadaan vektor. Insiden tungro tinggi ketika menanam varietas peka pada waktu yang tidak tepat atau pada saat kepadatan populasi vektor tinggi (Cabunagan *et al.*, 2001).

5. Pengendalian Penyakit Tungro

Interaksi faktor-faktor penyebab epidemi tungro bervariasi dari musim ke musim, sehingga pengendalian tungro harus dilakukan secara komprehensif dengan memperhatikan berbagai aspek seperti penyebaran virus tungro, fluktuasi kepadatan populasi vektor, perubahan kondisi lingkungan dan sosial ekonomi petani (Hasanuddin, 2008). Tiga komponen utama dalam pengendalian tungro yaitu: 1) tanam serempak dan penggunaan varietas tahan; 2) penghilangan sumber inokulum dan 3) keputusan dalam pemilihan varietas dan pengaturan waktu tanam.

Ketiganya dapat dilakukan dengan pengelolaan lingkungan dan penggunaan insektisida dalam kondisi tertentu (Savary *et al.*, 2012).

Teknologi pengendalian tungro terpadu yang mengintegrasikan tiga komponen pengendalian yaitu menanam tepat waktu, pergiliran varietas, dan penggunaan varietas tahan telah diterapkan dengan tujuan untuk menghindarkan pertanaman dari infeksi virus tungro (*escape strategy*). Namun demikian, pola ini kurang sesuai untuk daerah dengan pola tanam tidak erempak, sehingga dikembangkan strategi pengendalian yang bertujuan untuk mengeliminasi RTSV dengan komponen utama varietas tahan RTSV dan dapat diterapkan di seluruh daerah dengan segala pola tanam (Widiarta *et al.*, 2004).

Eradikasi sumber inokulum pada tahap pratanam sangat penting dilakukan untuk menekan sumber inokulum primer sekecil mungkin dan menghindari infeksi awal virus tungro. Diketahui bahwa, selain berkembang pada ratun tanaman padi yang terinfeksi sebelumnya, virus tungro juga terdeteksi berkembang pada beberapa gulma yaitu *Cyperus rotundus*, *Leptocloa chinensis*, *Jussiaea reoens*, *Trianthema portulacastrum*, *Monochoria vaginalis*, dan *Phyllanthus niruri* (Widiarta *et al.*, 2004).

Penggunaan bibit sehat yang dipadukan dengan eradikasi sumber inokulum dapat menekan terjadinya infeksi virus tungro pada awal vegetatif. Di beberapa daerah dengan pola tanam tidak serempak, umumnya persemaian dibuat di lahan sebelum dilakukan pengolahan tanah

sehingga terjadi penularan virus tungro dari ratun tanaman terinfeksi ke persemaian. Eradikasi ratun terinfeksi dan gulma di sekitar lahan akan mengeliminasi keberadaan virus tungro dan menghilangkan tempat bertahan hidup vektor setelah tidak tersedia pertanaman padi (Praptana dan Yasin, 2008). Eradikasi tanaman terserang tungro harus dilakukan sedini mungkin sebelum terjadi penyebaran tungro oleh vektor. Eradikasi dilakukan tanpa memperhatikan keberadaan vektor apabila telah ditemukan sumber inokulum khususnya pada tanaman stadia muda di bawah umur 6 minggu setelah tanam (MST) (Raga *et al.*, 2004).

Perbedaan kondisi lingkungan dan sosial ekonomi petani menyebabkan tidak semua komponen pengendalian tungro dapat diterapkan di setiap daerah, sehingga pengendalian tungro bersifat spesifik lokasi. Penerapan waktu tanam tepat hanya dapat dilakukan di daerah dengan pola tanam serempak. Perpaduan waktu tanam tepat dan pergiliran varietas tahan vektor telah memberikan dampak positif bagi pengendalian tungro di Sulawesi Selatan (Hasanuddin, 2008). Waktu tanam diatur sedemikian rupa sehingga pada saat ancaman tungro serius, tanaman sudah berumur lebih dari satu bulan setelah tanam. Tanaman padi peka terhadap infeksi virus tungro saat berumur kurang dari satu bulan (masa vegetatif) setelah tanam (Hibino, 1996). Waktu tanam padi di Maros, Sulawesi Selatan yang dilakukan pada awal musim hujan (Desember-Januari) dan musim kemarau (Juni-Juli) tidak ditemukan serangan wereng hijau dan infeksi virus tungro (Sama *et al.* 1991).

Kegiatan kultur teknis untuk menekan aktivitas pemencaran dan kemampuan vektor dalam memperoleh maupun menularkan virus tungro dapat dilakukan dengan pengaturan jarak tanam dan ketersediaan air (Widiarta, 2005). Kultur teknis dalam pengendalian tungro harus didukung dengan kegiatan pengamatan secara periodik terhadap populasi vektor dan keberadaan sumber inokulum pada setiap tahap budidaya. Pengamatan dapat dibagi menjadi beberapa tahap yaitu singgang, persemaian, tanaman umur 2 – 4 MST dan tanaman umur 6 – 9 MST. Selain itu perlu diketahui data dukung lainnya seperti curah hujan, oposisi varietas sebaran kejadian tungro yang telah terjadi pada musim-musim tanam sebelumnya (Raga *et al.*, 2004).

Pemanfaatan insektisida sering tidak efektif, disebabkan penyebaran virus tungro oleh vektor berlangsung dalam rentang waktu yang pendek dan terjadi perubahan vektor dari pertanaman sekitar secara terus-menerus (Cabunagan *et al.*, 2008). Penggunaan insektisida kimia sintetik yang mempunyai daya bunuh tinggi terhadap vektor hanya sesuai dilakukan di daerah dengan pola tanam serempak. Pestisida hayati berupa jamur entomopatogen *Beuveria bassiana* dan *Metharizium anisopliae* (Widiarta dan Kusdiman, 2007), serta pestisida nabati dari bahan tanaman *Vitex negundo*, *Synadenium grantii*, *Prosopis juliflora* dan *Azadirachta indica* telah berhasil menurunkan populasi vektor (Rajappan *et al.*, 2000). Pemanfaatan bioteknologi dalam pengendalian tungro telah diterapkan untuk deteksi keberadaan virus tungro dengan teknik molekuler

(Takahashi *et al.*, 1993; Dasgupta *et al.*, 1996; Joshi *et al.*, 2003; Periasamy *et al.*, 2006; Praptana *et.al.*, 2014).

Penggunaan varietas tahan merupakan komponen pengendalian tungro yang paling praktis dan lebih efektif jika dipadukan dengan komponen kultur teknis (Chancellor and Holt, 2008), seperti tanaman serempak (Fargette *et al.*, 2006). Varietas tahan yang ditanam di daerah dengan pola tanam serempak maupun tidak serempak telah berhasil mengurangi insiden tungro (Cabunagan *et al.*, 2001). Penggunaan varietas juga sesuai diterapkan pada agroekosistem sawah irigasi teknis maupun tadah hujan. Varietas tahan sangat kompatibel untuk dipadukan dengan komponen pengendalian tungro yang lain. Penanaman varietas tahan RTSV yang dipadukan dengan eradikasi sumber inokulum tungro dan penggunaan antifidan dapat mengeliminasi keberadaan RTSV. Varietas tahan vektor lebih disarankan untuk ditanam di daerah dengan pola tanam serempak. Pergiliran varietas yang memanfaatkan varietas-varietas tahan dengan genetik yang berbeda dapat memperpanjang kekuatan ketahanan terhadap tungro (Hasanuddin, 2008). Penanaman varietas tahan yang dicampur dengan varietas peka (*mixing varieties*) dengan proporsi tertentu dapat mengurangi insiden tungro (Shibata *et al.*, 2007).

B. Keragaman Biotipe Wereng Hijau dan Viulensi Virus Tungro

Berdasarkan ketahanannya, varietas tahan tungro diklasifikasikan menjadi empat kategori yaitu : 1) tahan terhadap vekto; 2) tahan terhadap

RTSV insidensi $\leq 20\%$ berdasarkan deteksi dengan teknik enzyme-linked inabsorbent assay = ELISA); 3) toleran terhadap infeksi RTBV (insidensi RTBV tinggi tetapi tingkat keparahan gejalanya rendah) dan 4) tahan terhadap infeksi RTSV dan RTBV (insidensi $\leq 20\%$) (Azzam *et al.*, 2001). Oleh karena itu, perakitan varietas tahan tungro diarahkan pada empat sasaran utama yaitu : 1) perbaikan ketahanan varietas terhadap vektor ; 2) perbaikan ketahanan varietas terhadap RTBV; 3) perbaikan ketahanan varietas terhadap RTSV; 4) perbaikan ketahanan varietas terhadap RTBV dan RTSV dengan gen ketahanan yang beragam (Hasanuddin, 2008).

Berdasarkan reaksinya terhadap vektor dan virus tungro, beberapa varietas padi telah diidentifikasi sebagai sumber ketahanan di dalam perakitan dan perbaikan varietas tahan tungro. Varietas Utri Merah 16680 dan Utri Merah 16682 teridentifikasi tahan terhadap RTSV, toleran terhadap RTBV dan rentan terhadap vektor (Azzam *et al.*, 2001). Varietas Utri Rajapan, Habigang DW8, TKM6 dan Adday Selection tergolong tahan terhadap RTSV serta rentan terhadap RTBV dan vektor (Azzam and Chansellor, 2002). Varietas Baliamau Putih menunjukkan reaksi toleran terhadap RTBV (Zenna *et al.*, 2006). Varietas ARC 11554 dan padi liar *O.longistaminata* menunjukkan reaksi tahan terhadap RTSV dan vektor serta toleran terhadap RTBV (Khush *et al.*, 2004). Padi liar *O.rhizomatis* dan *O.brachyantha* tergolong tahan terhadap RTSV maupun RTBV dan tahan terhadap vektor (Choi *et al.*, 2004; Shibata *et al.*, 2007), dan *O.barthii* tergolong tahan terhadap RTSV (Choi *et al.*, 2009).

Varietas tahan wereng hijau dibedakan menjadi empat golongan berdasarkan gen ketahanannya yaitu T1, T2, T3, dan T4 (Sama *et al.*, 1991). T0, merupakan varietas tanpa gen ketahanan (IR5, Pelita, Atomita, Cisadane, Cikapundung, dan Lusi); T1 varietas yang memiliki gen ketahanan Glh 1 yaitu IR20, IR30, IR26, IR46, Citarum, dan Serayu (Atwal *et al.*, 1971 ; Sama *et al.* 1991; Azzam and Chancellor. 2002); T2, varietas yang memiliki gen ketahanan Glh 6 yaitu IR32, IR38, IR36, IR47, Semeru, Asahan, Ciliwung, Krueng Aceh, dan Bengawan Solo (Rezaul Karim and Pathak, 1982; Azzam and Chancellor. 2002); T3, varietas yang memiliki gen ketahanan Glh 5 yaitu IR50, IR48, IR54, IR52, dan IR64 (Siwi and Khush. 1977; Sama *et al.* 1991; Azzam and Chancellor. 2002); dan T4, varietas yang memiliki gen ketahanan Glh 4 yaitu IR66, IR70, IR72, IR68, Barumun, dan Klara (Siwi and Khush, 1977; Sama *et al.*, 1991; Azzam and Chancellor, 2002).

Berdasarkan teknik PCR, virus tungro terdeteksi pada pertanaman padi di Jawa Barat, Jawa Tengah, Daerah Istimewa Yogyakarta, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan (Lanrang), Sulawesi Barat, Bali, dan Nusa Tenggara Barat (Suprihanto, 2005; Praptana *et al.*, 2014). Virus tungro juga terdeteksi pada beberapa jenis gulma di Bali dan Nusa Tenggara Barat (Ladja *et al.*, 2016).

Berdasarkan tingkat keparahan gejala, ada indikasi bahwa terjadi varias virulensi tungro dari daerah yang berbeda terhadap varietas tahan. Beberapa varietas tahan tungro seperti Tukad Petanu (V1) dianjurkan di

tanam di beberapa daerah endemis (Jabar, Jateng, NTB, Bali, Sulsel, Jatim, Lampung, Sulbar, Sulteng, Papua, Sultra, Yogyakarta, Banten, dan Kalsel) Tukad Unda (V4) tidak sesuai (tidak direkomendasikan) untuk Yogyakarta dan Banten serta Tukad Balian (V2) tidak direkomendasikan ditanam di Bali, Sulut, Banten dan Kalsel. Sedangkan Bondoyudo (V3) tidak direkomendasikan untuk ditanam di Jateng, Yogyakarta, dan Banten. (Widiarta and Pakki, 2015). Hasil uji multilokasi varietas Tukad Petanu di beberapa daerah endemis menunjukkan adanya perbedaan virulensi virus tungro dari Bali, Jawa Barat dan Nusa Tenggara Barat (Choi *et al.*, 2004).

Di antara daerah endemis tungro, ada kemungkinan terdapat variasi genetik virus tungro, sehingga diperlukan beberapa varietas tahan dengan latar belakang genetik yang berbeda untuk menjaga ketahanannya (Azzam and Cancellor, 2002). Oleh karena itu, perakitan varietas berdasarkan sumber gen tahan dan isolate virus tungro harus terus-menerus dilakukan (Hasanuddin, 2008), maka pengembangan varietas saat ini lebih ditekankan pada perakitan varietas tahan virus tungro berdasarkan kesesuaian antara tetua tahan dan virulensi virus tungro (Widiarta *et al.*, 2004).

Berdasarkan tetua tahan varietas tahan virus yang telah dilepas di Indonesia dapat dikelompokkan menjadi V0-V4 (Widiarta dan Pakki, 2015). Varietas yang tidak memiliki riwayat persilangan tetua tahan virus digolongkan dalam V0 yaitu TN1, Pelita I/1. Varietas tahan dengan tetua tahan Utri Merah dikelompokkan dalam V1 yaitu Tukad Petanu dan Inpari

7 Lanrang. Varietas dengan tetua tahan TKM6 dikelompokkan dalam V2 yaitu Tukad Balian dan Kalimas. Varietas dalam kelompok V3 seperti Bondoyudo, Inpari 8 dan Inpari 9 Elo berasal dari tetua tahan TKM6 dan Gampai. Varietas dalam golongan V4 memiliki riwayat persilangan dengan tetua tahan Balimau Putih yaitu Tukad Unda (Kobayashi *et al.*, 1993; Azzam *et al.*, 2001; Khush *et al.*, 2004; Choi, 2004).

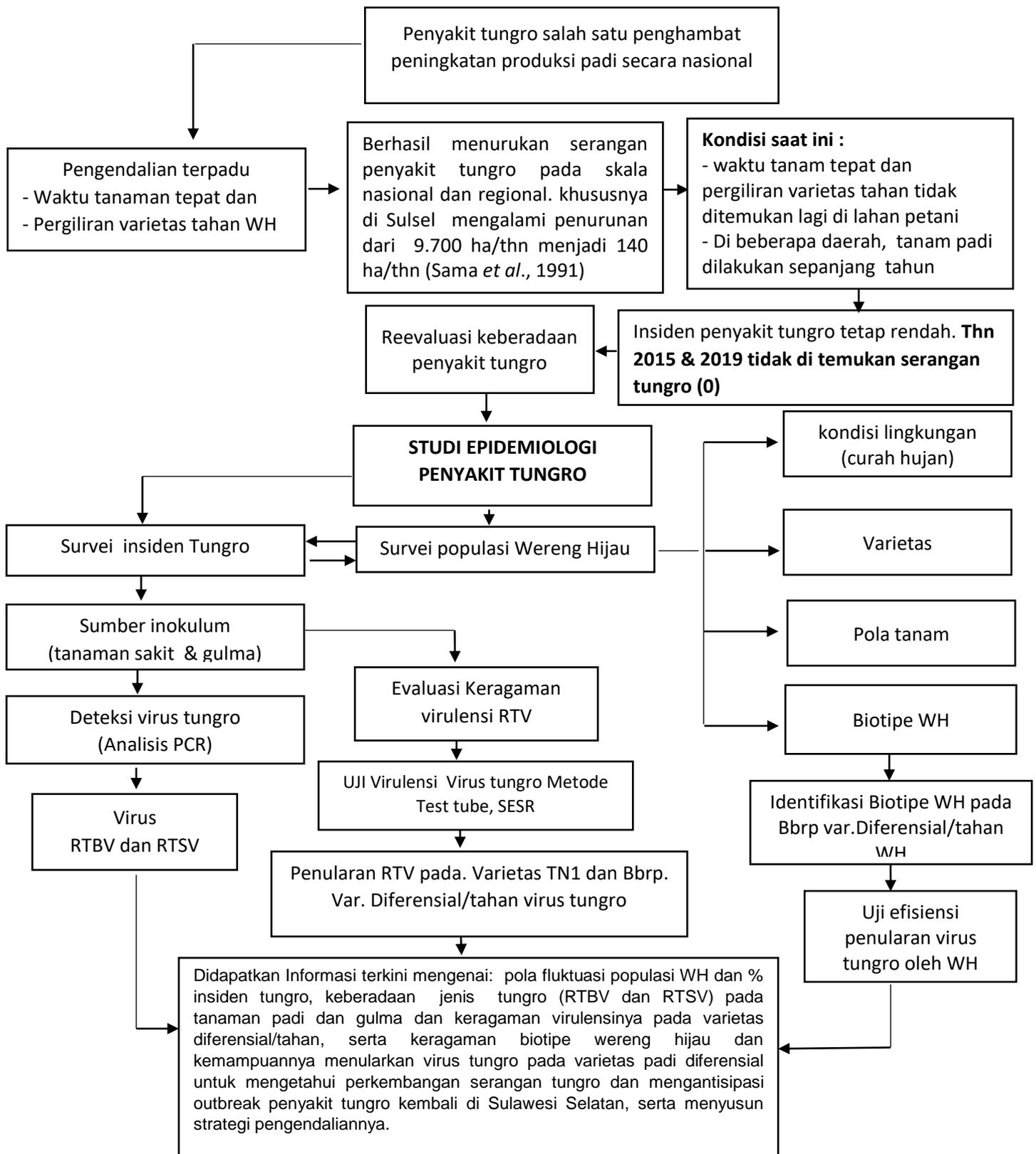
Upaya perakitan varietas padi di Indonesia ditujukan untuk menciptakan varietas yang berdaya hasil tinggi dan sesuai dengan kondisi ekosistem, social budaya serta minat masyarakat (Susanto *et al.*, 2003). Perbaikan varietas tahan tungro diarahkan untuk memperoleh varietas baru yang mempunyai potensi hasil dan ketahanan yang tinggi (Daradjat *et al.*, 1999). Persilangan antara tetua tahan tungro dengan tetua yang mempunyai sifat kualitas dan potensi hasil tinggi dilakukan untuk memperoleh genotype baru yang mempunyai variabilitas genetic yang lebih luas. Informasi variasi virulensi dan keragaman genetik virus tungro, sumber ketahanan terhadap tungro, sifat agronomis tetua tahan tungro, serta sifat-sifat varietas yang sesuai dengan preferensi konsumen sangat diperlukan dalam perbaikan ketahanan varietas tahan tungro (Hasanuddin, 2008).

C. Kerangka Pemikiran

Tungro merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman padi yang telah menyebar dan menjadi endemik di banyak daerah sentra produksi padi di Indonesia termasuk di Sulawesi Selatan. Pengaturan

waktu tanam tepat dan pergiliran varietas tahan merupakan strategi yang telah terbukti efektif dalam pengendalian tungro di Sulawesi Selatan. Akhir-akhir ini penerapan sistem pengendalian tersebut kurang diperhatikan lagi bahkan pada beberapa daerah ditemukan pertanaman padi sepanjang tahun tanpa melakukan pergiliran varietas tahan. Walaupun demikian, insiden tungro tetap rendah bahkan pada tahun 2015 dan 2019 tidak ditemukan adanya serangan tungro (0%) (PUSDATIN, 2017; BBPOPT, 2019; DITLIN, 2019).

Ledakan penyakit tungro (epidemiologi tungro) terjadi melalui suatu proses yang membutuhkan waktu dan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya : tingkat populasi dan biotipe serangga penular (vektor), keberadaan virus tungro (RTBV dan RTSV) dan keragaman virulensinya, keragaman varietas dan pola tanam padi yang diterapkan petani. Berdasarkan faktor-faktor tersebut, dibutuhkan informasi terkini mengenai pola fluktuasi populasi wereng hijau dan persentase insiden tungro, keberadaan virus-virus tungro (RTBV dan RTSV) pada pertanaman padi dan inang alternatif (gulma), serta keragaman biotipe wereng hijau dan kemampuannya menularkan virus tungro untuk mengantisipasi outbreak penyakit tungro kembali di Sulawesi Selatan.



Gambar 4. Diagram Alir Kerangka Pemikiran

D. Hipotesis

Berdasarkan latar belakang dan telaah pustaka, maka disusun hipotesis sebagai berikut :

1. Terjadi perubahan pola fluktuasi populasi wereng hijau dan persentase insiden tungro di beberapa daerah di Sulawesi Selatan
2. Terdeteksi keberadaan virus-virus tungro (RTBV dan RTSV) pada tanaman padi dan gulma di beberapa daerah di Sulawesi Selatan dengan tingkat virulensi yang beragam.
3. Terdapat keragaman biotipe wereng hijau dari beberapa daerah di Sulawesi Selatan dengan kemampuannya yang berbeda dalam menularkan virus tungro.