

LAPORAN PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI



MODEL ASESMEN LITERASI SAINTIFIK BERBASIS KEMAMPUAN PENALARAN ILMIAH , KEMAMPUAN PENYELIDIKAN ILMIAH SERTA PENGETAHUAN HAKIKAT SAINS DENGAN PEMODELAN RASCH DAN APLIKASI DIGITAL UNTUK PENINGKATAN STANDAR KELULUSAN SMA PROGRAM MATEMATIKA DAN ILMU ALAM (MIPA)

Tahun Ke 2 dari 3 Tahun yang Direncanakan

- | | |
|-------------------|------------|
| 1. Purwo Susongko | 0017047401 |
| 2. Yuni Arfiani | 0616068601 |

Di Biayai oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Riset dan
Teknologi Republik Indonesia

Nomor Kontrak

072/E5/PG.02.00.PT/2022; 009/LL6/PL/AK.04/2022; 139.a/A-5/LPPM-
UPS/VII/2022

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL**

2022

HALAMAN PENGESAHAN

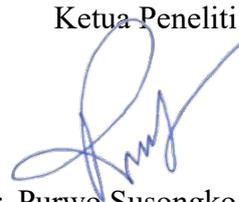
1. Judul : Model Asesmen Literasi Saintifik Berbasis Kemampuan Penalaran Ilmiah , Kemampuan Penyelidikan Ilmiah serta Pengetahuan Hakikat Sains dengan Pemodelan Rasch dan Aplikasi Digital untuk Peningkatan Standar Kelulusan SMA Program Matematika dan Ilmu Alam (MIPA)
2. Bidang Penelitian : Pembangunan Manusia dan daya saing bangsa (Human development & competitiveness)
3. Organisasi Pelaksana :
1. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap dan gelar : Dr. Purwo Susongko, M.Pd
- b. Golongan pangkat dan NIDN : Pembina/ IVa / 0017047401
- c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- d. Fakultas/Prodi : FKIP/ Pendidikan IPA
2. Anggota : Yuni Arfiani, M.Pd
4. Lokasi Penelitian : SMA Negeri 2 Tegal
SMA Negeri 3 Tegal
5. Jangka Waktu Penelitian : 12 bulan
6. Jumlah Biaya yang diusulkan : Rp 155.670.000

Dekan



Dr. Suniswo, M.Pd
NIDN. 0616036701

Ketua Peneliti



Dr. Purwo Susongko, M.Pd
NIDN. 0017047401

Mengetahui,

Ka. LPPM



Dr. Beni Hubibi, M.Pd
NIDN. 0624028103

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Daftar Isi	iii
Abstrak	iv
Bab I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Perumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
Bab II KAJIAN TEORI	4
A. Kajian Teori	4
B. Road Map Peneliti	7
Bab III METODE PENELITIAN	9
Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
Bab V KESIMPULAN DAN SARAN	58
A. Kesimpulan	58
B. Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59

ABSTRAK

MODEL ASESMEN LITERASI SAINTIFIK BERBASIS KEMAMPUAN PENALARAN ILMIAH , KEMAMPUAN PENYELIDIKAN ILMIAH SERTA PENGETAHUAN HAKIKAT SAINS DENGAN PEMODELAN RASCH DAN APLIKASI DIGITAL UNTUK PENINGKATAN STANDAR KELULUSAN SMA PROGRAM MATEMATIKA DAN ILMU ALAM (MIPA)

Tujuan Penelitian ini adalah membangun instrumen standar untuk mengukur literasi saintifik siswa SMA Kelas XII program MIPA yang meliputi kemampuan penalaran ilmiah , kemampuan penyelidikan ilmiah dan pengetahuan hakikat sains. Ketiga instrumen tersebut dibangun dan dipadukan dengan pendekatan model Rasch dan disajikan dalam bentuk aplikasi digital agar lebih efektif dalam implementasinya.

Penelitian dilaksanakan di Ruang Workshop Program Studi Pendidikan IPA FKIP Universitas Pancasakti dan di lingkungan SMA Negeri 2 dan SMA Negeri 3 Kota Tegal. Bentuk penelitian ini adalah Penelitian dan Pengembangan . Objek penelitian ini adalah instrumen penilaian literasi sains siswa SMA program MIPA terdiri dari kemampuan penalaran ilmiah, penyelidikan ilmiah dan pengetahuan hakikat sains yang disusun , direvisi, dan divalidasi dengan model Rasch. Rancangan penelitian pengembangan instrumen menggunakan model prosedural ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Analisis terkait mengidentifikasi substansi dan kebutuhan tes , Design terkait dengan pengembangan butir tes, Devolepment terkait dengan validasi , Implementasi terkait dengan penyelenggraan tes sedangkan Evaluasi terkait uji validitas eksternal dan keefektifan tes.

Luaran wajib dalam tahun kedua adalah Instrumen Tes Literasi saintifik 3 Dimensi (Tes Lisa 3D) yang terdiri dari aspek aspek : Penalaran Ilmiah , penyelidikan ilmiah dan pengetahuan hakikat sains. Instrumen Tes Literasi saintifik 3 Dimensi (Tes Lisa 3D) aspek Penalaran Ilmiah Siswa SMA Program MIPA telah di catat dalam surat pencatatan ciptaan Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia nomor EC00202255122 atas nama Purwo susongko, Mobinta Kusuma, Yuni Arfiani dan sentra HKI Universitas Pancasakti Tegal . Instrumen Tes Lisa 3D aspek penyelidikan Ilmiah Siswa SMA Program MIPA telah di catat dalam surat pencatatan ciptaan Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia nomor EC00202255133 atas nama Purwo susongko, Mobinta Kusuma, Yuni Arfiani dan sentra HKI Universitas Pancasakti Tegal . Instrumen Tes Lisa 3D aspek Pengetahuan Hakikat Sains Siswa SMA Program MIPA telah di catat dalam surat pencatatan ciptaan Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia nomor EC00202255131 atas nama Purwo susongko, Mobinta Kusuma, Yuni Arfiani dan sentra HKI Universitas Pancasakti Tegal.

Luaran tambahan pada Tahun kedua adalah adalah artikel yang terbit dalam prosiding terindex scopus dan artikel yang terbut dalam jurnal teraktreditasi (minimal sinta 3). Artikel dengan judul : 3-Dimensional Scientific Literacy Assessment Framework for Senior High School Science Program Students telah dipresentasikan dengan baik pada tanggal 6 November 2021 pada International conference of Science Education ke 3 di Universitas negeri Yogyakarta dengan nomor artikel 296 dan telah publish pada tanggal 30 desember 2022 pada laman <https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/5.0113936>, sedangkan 1 artikel telah di review pada Jurnal Thabiea (Sinta 2) .

Kata Kunci: Literasi, Penalaran, Penyelidikan,Hakikat, Digital

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sesuai kebijakan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, asesmen kompetensi minimum literasi bukan hanya kemampuan membaca melainkan kemampuan menganalisis suatu bacaan, kemampuan mengerti atau memahami konsep di balik sebuah tulisan dan dilakukan bukan berdasarkan mata pelajaran tetapi kepada penguasaan konten atau materi (Nugraheny, 2019). Purwo Susongko (2019) melakukan penelitian awal terkait asesmen literasi yang berbasis kemampuan menganalisis suatu bacaan atau kasus (2). Penelitian tersebut mengukur kemampuan literasi saintifik siswa SMA program MIPA menggunakan standar PISA 2015 dengan pendekatan aplikasi model Rasch.

Penelitian tersebut menghasilkan produk instrumen tes literasi sains berbasis IPA terpadu (LISAPADU) yang memenuhi semua aspek validitas Messick (Ravand & Firoozi , 2016). `Tes LISAPADU sebagai sebuah tes minimal literasi saintifik pada dasarnya telah memenuhi tujuan utama dalam menganalisis bacaan atau kasus , namun sebagai sebuah standar pemenuhan literasi sains untuk jenjang Sekolah Menengah Atas atas perlu dikembangkan lebih lanjut . Hal ini disebabkan dari aspek standar kompetensi SMA yaitu kemampuan menerapkan pengetahuan dan teknologi secara logis, kritis, kreatif dan inovatif serta tuntutan capaian literasi sains untuk jenjang Sekolah Menengah Atas maka perlu dilakukan pengembangan tes literasi saintifik yang lebih komprehensif dan memenuhi standar untuk SMA.

Kerangka dasar literasi sains yang cukup komprehensif dijelaskan oleh Shamos(1995) dan dikembangkan lebih lanjut oleh banyak peneliti (Cavagnetto, , 2010 ; . Gormally et al , 2012; Rusilowati et al, 2016; Romine et al, 2017. Wenning dan Vieyra (2015) menyusun kerangka konseptual yang cukup komprehensif dimana penalaran ilmiah dihubungkan dengan tingkat ketrampilan inkuiri dan taksonomi Bloom. Dengan mereview riset sebelumnya, Hanson (2016) menjelaskan tiga dimensi minimal dari literasi saintifik yaitu kemampuan dalam penalaran ilmiah (*Scientific Reasoning Skill*), Penyelidikan ilmiah (*Scientific Inquiry Skill*) dan Pengetahuan hakikat sains (*Nature of Science Knowledge*) .

Studi pengembangan instrumen literasi saintifik di Indonesia saat ini belum ada yang menggabungkan tiga aspek dimensi literasi sains tersebut secara komprehensif. Rusilowati (2017) menyusun tes literasi sains di SMP berbasis pada sains sebagai tubuh pengetahuan,

cara berpikir , cara menyelidiki , dan interaksi antara sains, teknologi, dan masyarakat. Beberapa peneliti yang lain hanya mengkaji salah satu dimensi literasi sains namun tidak menghubungkan ketiga aspek dan juga belum mengaplikasikan penggunaan teori tes modern dalam kalibrasinya (Ariyanti et al, 2016; Rusilowati et al, 2018; Wahyuni et al, 2017).

Untuk membangun tes literasi sains yang berkualitas dibutuhkan kebaruan teknologi baik dari sisi pendekatan teori tes maupun dalam penyajian tes. Penggunaan aplikasi model Rasch hingga kini dianggap sebagai pendekatan yang paling efektif karena memenuhi semua persyaratan sebagai model pengukuran objektif (Bond, et al 2020).Demikian pula penyajian tes berbasis digital menjadi kebutuhan dunia pendidikan di era disrupsi. Tujuan Penelitian ini adalah membangun instrumen standar untuk mengukur literasi saintifik siswa SMA program MIPA yang meliputi kemampuan penalaran ilmiah , kemampuan penyelidikan ilmiah dan pengetahuan hakikat sains. Ketiga instrumen tersebut dibangun dan dipadukan dengan pendekatan model Rasch dan disajikan dalam bentuk aplikasi digital agar lebih efektif dalam implementasi. Tes tersebut diharapkan dapat menjadi salah satu kriteria kelulusan siswa SMA program MIPA di Kota Tegal sehingga semua lulusan dapat menguasai sains secara paripurna.

B. Perumusan Masalah

Luaran wajib dalam tahun pertama adalah Blue Print dari Tes Penalaran Ilmiah , Blue Print dari Tes penyelidikan ilmiah maupun Blue Print dari Tes Pengetahuan Hakikat Sains. Blue Print Tes Penalaran Ilmiah Siswa SMA Program MIPA telah di catat dalam surat pencatatan ciptaan Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia nomor EC00202146448 dengan tanggal permohonan 13 September 2021 atas nama Yuni Arfiani, Purwo Susongko dan Mobinta Kusuma . Blue Print Tes Penyelidikan ilmiah Siswa SMA Program MIPA telah di catat dalam surat pencatatan ciptaan Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia nomor EC00202146450 dengan tanggal permohonan 13 September 2021 atas nama Mobinta Kusuma, Purwo Susongko dan Yuni Arfiani. Blue Print Tes Hakikat Pengetahuan Sains Siswa SMA Program MIPA telah di catat dalam surat pencatatan ciptaan Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia nomor EC00202146449 dengan tanggal permohonan 13 September 2021 atas nama Purwo Susongko , Yuni Arfiani dan Mobinta Kusuma.

Pada tahun kedua menghasilkan tes literasi sains yang berbasis ketiga dimensi tersebut dan pada tahun ketiga adalah studi kelayakan pelaksanaan dan aplikasi sistem

digital. Untuk menghasilkan luaran pada tahun kedua ini maka permasalahan yang muncul pada penelitian tahun kedua ini adalah :

1. Bagaimana pengembangan dan penggunaan sistem Tes Literasi Sainifik 3 Dimensi?
2. Bagaimana validasi butir-butir tes literasi saintifik 3 Dimensi aspek penalaran ilmiah ?
3. Bagaimana validasi butir-butir tes literasi saintifik 3 Dimensi aspek penyelidikan ilmiah?
4. Bagaimana validasi butir-butir tes literasi saintifik 3 Dimensi aspek pengetahuan hakikat sains.

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan penelitian maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengembangkan sistem Tes Literasi Sainifik 3 Dimensi berbasis Web
2. Melakukan validasi butir-butir tes literasi saintifik 3 Dimensi aspek penalaran ilmiah ?
3. Melakukan validasi butir-butir tes literasi saintifik 3 Dimensi aspek penyelidikan ilmiah ?
4. Melakukan validasi butir-butir tes literasi saintifik 3 Dimensi aspek pengetahuan hakikat sains.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi semua pihak sesuai dengan misi penelitian yang dilakukan. Bagi Sekolah, penelitian ini akan membantu untuk melakukan standarisasi kemampuan literasi saintifik bagi siswa program MIPA sesuai dengan tuntutan kurikulum maupun standar Internasional. Bagi Siswa penelitian ini akan memberikan pemetaan kompetensi literasi saintifik sehingga dapat dijadikan refleksi penguasaan IPA secara komprehensif selama menyelesaikan studinya di SMA. Bagi Pemerintah penelitian ini akan mendukung pelaksanaan penguatan literasi numerasi dalam semua jenjang Pendidikan. Bagi guru penelitian ini memberikan banyak pengalaman terkait pengembangan butir butir tes yang mengukur kemampuan literasi dan numerasi.

BAB II KAJIAN TEORI

A. Kajian Teori

Shamos (1995) dalam Hanson (2016) membagi dimensi literasi sains dalam tiga tingkatan: literasi sains budaya, literasi sains fungsional, dan literasi sains sejati. Dimensi literasi sains sejati mengandung kualitas mental yang disebut oleh John Dewey sebagai kebiasaan berfikir ilmiah dan hampir seabad yang lalu Beliau usulkan sebagai alasan utama kewajiban pendidikan sains. Dimensi untuk setiap level dapat ditemukan pada Tabel 1 berikut ini :

Tabel 1: Dimensi Literasi Sainifik Menurut Shamos (1995)

Budaya	Fungsional	Sejati
<ol style="list-style-type: none"> 1. Memahami latar belakang informasi dan kosa kata. 2. Mengenal banyak istilah berbasis sains yang digunakan oleh media populer. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kemampuan secara efektif dalam berkomunikasi berkaitan istilah dasar konsep, dan hubungan antar ilmu. 2. Menjadi familiar dengan fakta-fakta sederhana setiap hari berkaitan dengan alam 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memahami proses ilmiah dari pengembangan pengetahuan 2. Memahami pentingnya observasi dan eksperimen dalam ilmu 3. Mampu untuk mempertanyakan. 4. Menggunakan logika untuk induksi dan deduksi. 5. Mengandalkan bukti. 6. Punya pemahaman yang tepat tentang hakikat sains. 7. Punya dasar pemahaman tentang sejarah, nilai, dan asumsi ilmu.

(Hanson, S. (2016)

Bybee (2012) menyarankan skala teoritis yang komprehensif untuk penilaian literasi sains selama studi sains di sekolah, sehingga dengan mudah ditransfer ke tujuan pengajaran. Skala ini menyarankan tingkat literasi ilmiah sebagai berikut: (1) Buta sains , (2) Literasi sains nominal, (3) Literasi sains fungsional, (4) Literasi sains konseptual dan (5) Literasi sains multidimensi (14). Setiap dimensi, terutama yang ditemukan dalam literasi sains sejati atau

literasi ilmiah konseptual maupun multidimensi menurut Byebee (2012) , memiliki karakter tertentu yang dapat di akses menggunakan tes kemampuan sehingga dapat diketahui jenjang literasi sains seseorang. Dengan demikian, kerangka kerja untuk tes kemampuan ini akan beroperasi secara operasional mendefinisikan literasi ilmiah. Lebih penting lagi, tes ini kemudian akan menjadi barometer kemajuan menuju pencapaian tujuan yang ditetapkan secara operasional ini.

Berdasarkan lebih dari 15 riset tentang hakikat sains , Mc Comas & Nouri (2016) telah berhasil membuat rumusan indikator bagaimana seseorang memahami hakikat sains, sejarah , nilai dan asumsi-asumsi tentang sains. Indikator tersebut diantaranya : (1) Pengetahuan ilmiah tidak sepenuhnya objektif , (2) Ilmuwan menggunakan kreativitas, (3) Pengetahuan ilmiah bersifat tentatif tetapi tahan lama, (4) Pengetahuan ilmiah tertanam secara sosial dan budaya, (5) Hukum dan teori adalah jenis pengetahuan yang berbeda, (6) Pengetahuan ilmiah didasarkan pada empiris, (7) Tidak ada metode ilmiah bertahap yang universal, (8) Ada perbedaan antara observasi dan kesimpulan, (9) Sains tidak dapat menjawab semua pertanyaan , (10) Kerja sama dan kolaborasi adalah bagian dari pengembangan ilmu pengetahuan, (11). Ada perbedaan antara sains dan teknologi, (12) Eksperimen memiliki peran dalam sains (15). Bila merujuk pada dimensi literasi sains sejati maka indikator dari Mc Comas & Nouri (2016) mengukur indikator ke 5-7 pada dimensi literasi sains sejati menurut Shamos (1995).

Dengan menggunakan metode review terhadap lebih dari 20 hasil penelitian, Rönnebeck et al (2016) menyusun indikator tes yang mengukur kemampuan penyelidikan ilmiah . Indikator seseorang yang dianggap cakap dalam melakukan penyelidikan ilmiah meliputi : (1) Mengidentifikasi masalah yang akan diselidiki, (2) Menggunakan induksi untuk merumuskan hipotesis atau model, (3) Menggunakan deduksi untuk menghasilkan prediksi, (4) Merancang prosedur eksperimental, (5) Melakukan percobaan ilmiah, (6) Pengamatan, atau simulasi, (7) Mengumpulkan, mengatur, dan menganalisis data, (8) Menerapkan metode numerik dan statistik, (9) Menjelaskan hasil yang tidak terduga, (10) Menggunakan teknologi yang tersedia untuk melaporkan, menampilkan, dan mempertahankan hasil . Tes literasi inkuiri ini dapat mengukur indikator ke 1-3 pada dimensi literasi sains sejati menurut Shamos (1995) Indikator ke 4 dari literasi sains sejati menurut Shamos (1995) yaitu : menggunakan logika untuk induksi dan deduksi disebut oleh Lawson (2010) dan Han (2013) sebagai penggunaan logika untuk induksi dan deduksi atau disebut penalaran ilmiah atau *scientific reasoning thinking* . Lawson menciptakan tes yang

mengukur kemampuan penalaran ilmiah yang selanjutnya disebut Lawson Test (17) sedangkan Han (2013) mengembangkan tes yang disebut sebagai Inventory for Scientific Thinking and Reasoning (iSTAR) Assessment (18).

Kind, & Osborne (2017) juga mengembangkan indikator untuk penalaran ilmiah berdasarkan review dari banyak penelitian. Indikator penalaran ilmiah menurut Kind, & Osborne (2017) meliputi : (1) deduksi matematika, (2) evaluasi terhadap eksperimen , (3) membuat model hipotetik, (4) kategorisasi dan klasifikasi, (5) penalaran probabilistic , (6) penalaran evolusi berbasis sejarah.

Wenning dan Vieyra (2020) menyusun kerangka konseptual dari penalaran ilmiah yang dihubungkan dengan tingkat ketrampilan inkuiri dan taksonomi Bloom. Penalaran ilmiah menurut Wenning dan Vieyra (2020) adalah proses dimana prinsip-prinsip logika diterapkan pada proses ilmiah yaitu pencarian penjelasan, perumusan hipotesis, pembuatan prediksi, solusi masalah, penciptaan eksperimen, pengendalian variabel, analisis data, pengembangan hukum empiris hukum . Dari kajian yang cukup komprehensif terkait literasi sains semenjak Shamos (1995) hingga Wenning dan Vieyra (2020), dapat disimpulkan bahwa ada tiga dimensi pengertian literasi sains yaitu (1) Dimensi kemampuan penalaran ilmiah (2) Dimensi Kemampuan penyelidikan ilmiah dan (3) Dimensi Pengetahuan hakikat sains. Dari ketiga komponen bila dipadukan dapat menjelaskan profile kemampuan literasi sains siswa. Dengan bantuan pendekatan teori tes modern khususnya model Rasch, pelaporan kemampuan siswa dari ketiga dimensi tersebut dapat lebih efektif dan memenuhi validitas asesmen yang tinggi.

Dalam pengukuran teori tes modern, model Rasch dipandang sebagai model pengukuran yang paling objektif (Sumintono, 2018). Konsep pengukuran yang objektif dalam ilmu-ilmu sosial dan penilaian pendidikan menurut Mok dan Wright (2004) harus mempunyai lima kriteria, yaitu: (1) Menghasilkan ukuran yang linier dengan interval yang sama, (2) proses estimasi yang tepat, (3) Mengidentifikasi item yang tidak tepat (*misfits*) atau tidak umum (*outliers*), (4) Mampu mengatasi data yang hilang, (5) Menghasilkan pengukuran yang independen dari parameter yang diteliti . Dari kelima syarat tadi, sejauh ini hanya model Rasch yang bisa memenuhi kelima syarat tersebut. Model Rasch menghubungkan peluang menjawab benar setiap butir ($P(\theta)$) sebagai fungsi dari kemampuan (θ) dengan tetapan tingkat kesukaran butir (b) melalui hubungan seperti pada persamaan 1.

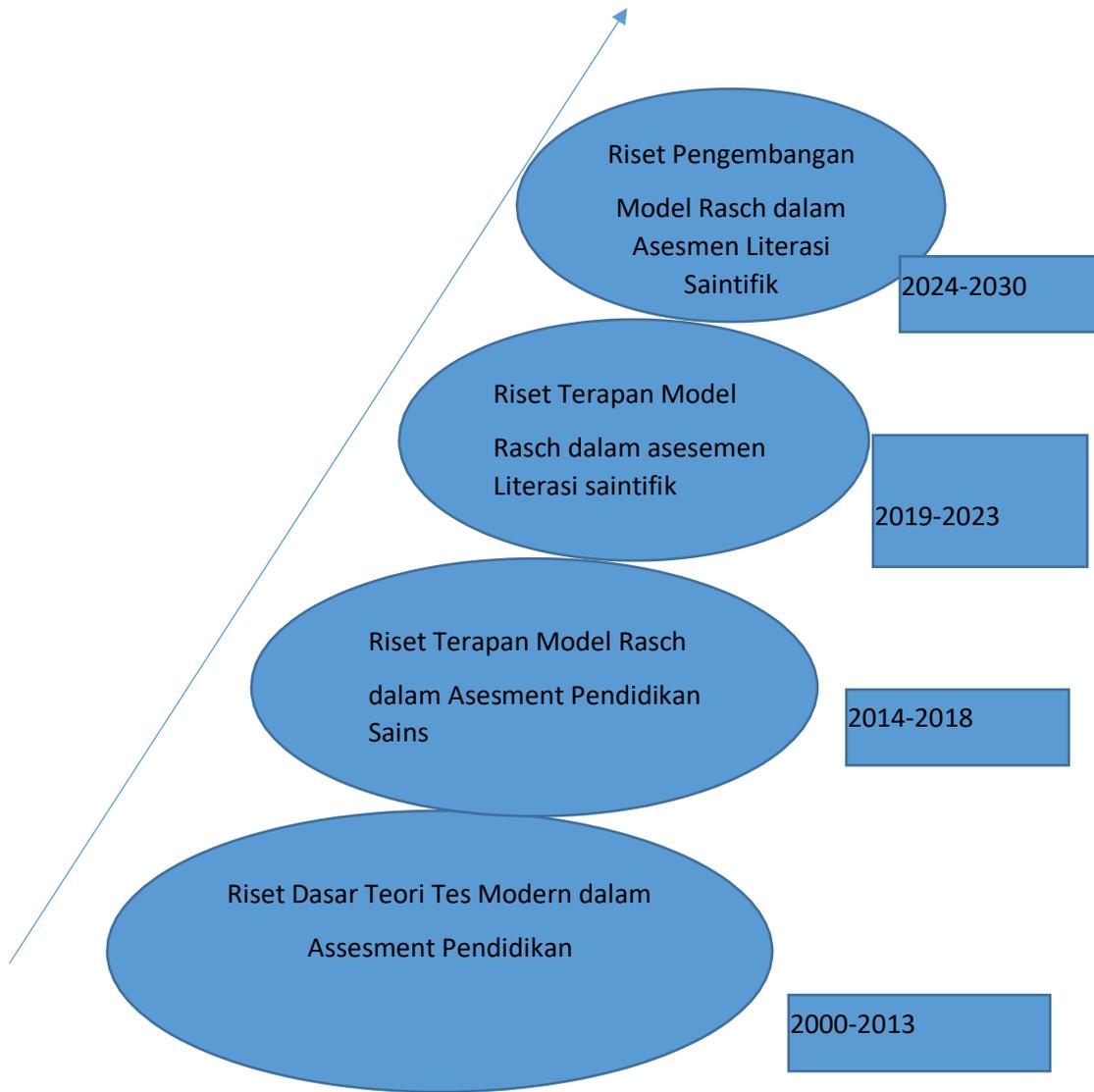
$$P_i(\theta) = \frac{e^{(\theta-b_i)}}{1 + e^{(\theta-b_i)}}$$

Penyajian tes secara digital akan mempunyai banyak keunggulan. Keunggulan tersebut diantaranya : (1) mahasiswa dapat melihat langsung skor ujiannya, (2) analisis butir soal dapat dilakukan secara langsung, (3) penguji tidak perlu melakukan koreksi secara manual maupun scanning, (4) adanya pengacakan soal dan option jawaban membuat mahasiswa kesulitan untuk bekerjasama dalam menyelesaikan tes sehingga perilaku cheating dapat dihindari.

B. Road Map Peneliti

Sejak lulus dari program Magister Penelitian dan Evaluasi Pendidikan di tahun 2000, penulis mempunyai kepekaan penelitian dan publikasi ilmiah di bidang teori asesmen dan aplikasinya dalam pengembangan literasi saintifik sebagai bagian integrative dari evaluasi Pendidikan IPA . Gambar 2 berikut ini adalah road map riset penulis dari tahun 2000 hingga direncanakan sampai pada tahun 2030. Pada Tahun 2000-2013 , penulis banyak mengkaji tema tema penelitian dasar terkait teori tes modern pada asesmen Pendidikan. Disertasi penulis pada tahun 2009 juga membahas keefektifan bentuk tes uraian dan bentuk testlet dalam asesmen prestasi belajar IPA khususnya pada Kimia . Pada tahun 2014 hingga tahun 2018 , penulis lebih mengkhususkan kajiannya pada aplikasi model Rasch sebagai salah satu pendekatan teori tes modern pada asesmen Pendidikan IPA .

Pada tahun 2019-2023 penulis melaksanakan riset terapan aplikasi model Rasch dalam asesmen literasi saintifik dan direncanakan pada tahun 2024 hingga tahun 2030, peneliti akan melakukan riset pengembangan terkait aplikasi model Rasch dalam asesmen literasi saintifik. Literasi saintifik sebagai tujuan utama Pendidikan IPA di seluruh dunia membuat banyak peneliti mengkaji baik dari pengembangan model pembelajarannya maupun asesmen keberhasilannya (McFarlane, 2013). Hal ini juga selaras dengan program Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia untuk peningkatan literasi dan numerasi siswa.



Gambar 2: Road Map Penelitian Aplikasi Rasch Model dalam Asesmen Literasi Sains

BAB III METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Ruang Workshop Program Studi Pendidikan IPA FKIP Universitas Pancasakti dan di lingkungan SMA Negeri 2 dan SMA Negeri 3 Kota Tegal. Bentuk penelitian ini adalah Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*) (Molenda, 2015).. Objek penelitian ini adalah instrumen penilaian literasi sains siswa SMA program MIPA terdiri dari kemampuan penalaran ilmiah, penyelidikan ilmiah dan pengetahuan hakikat sains yang disusun , direvisi, dan divalidasi dengan model Rasch. Pada rancangan penelitian pengembangan instrumen menggunakan model prosedural ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) (Molenda, 2015). Ada pun beberapa tahapan- tahapan pengembangan instrumen dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Analysis

Produk penelitian ini adalah instrumen yang mengukur kompetensi literasi sains yang terdiri dari tiga dimensi yaitu kemampuan penalaran ilmiah, kemampuan penyelidikan ilmiah dan pengetahuan hakikat sains untuk siswa SMA program IPA. Tes ini akan mengukur penguasaan literasi sains siswa SMA program MIPA secara paripurna dan dapat dijadikan kriteria kelulusan sebagai usaha untuk meningkatkan standar kriteria kelulusan siswa SMA program MIPA.

b. Design

Tahapan desain, peneliti mulai melakukan *benchmarking* terkait ketiga dimensi tes literasi sains , menyusun dan merancang konstruk tes, menentukan indikator , menentukan bentuk tes, mengembangkan butir dan melakukan validasi isi dan validasi psikometrik. *Benchmarking* dilakukan dengan mengkaji ulang penelitian yang telah dilakukan dan berkonsultasi dengan para pakar yang telah berpengalaman dalam menyusun tes penalaran ilmiah, tes penyelidikan ilmiah maupun tes pengetahuan hakekat sains serta ahli psikometri . Dalam tahap *benchmarking* akan melibatkan lima narasumber. Bentuk tes yang digunakan adalah pilihan ganda dengan satu jawaban benar beserta lima pilihan. Tahap selanjutnya mengembangkan butir –butir tes dari indikator dan menentukan validitas isi serta psikometrik secara kualitatif .

c. Development

Dalam tahapan pengembangan peneliti melakukan validasi konstruk dengan model Rasch . Validasi konstruk menggunakan pendekatan validitas Messick dengan penerapan model

Rasch. Pendekatan validitas konstruk menurut Messick terdiri atas : (1) validitas isi, (2) validitas substantif, (3) validitas struktural, (4) validitas eksternal, (5) validitas konsekuensial (3). Untuk kepentingan validitas konstruk , instrumen diuji cobakan di kelas XI dengan melibatkan minimal 100 siswa sehingga estimasi parameter butir menjadi stabil. Tahap selanjutnya adalah membangun sistem aplikasi digital untuk tes Literasi Sains.

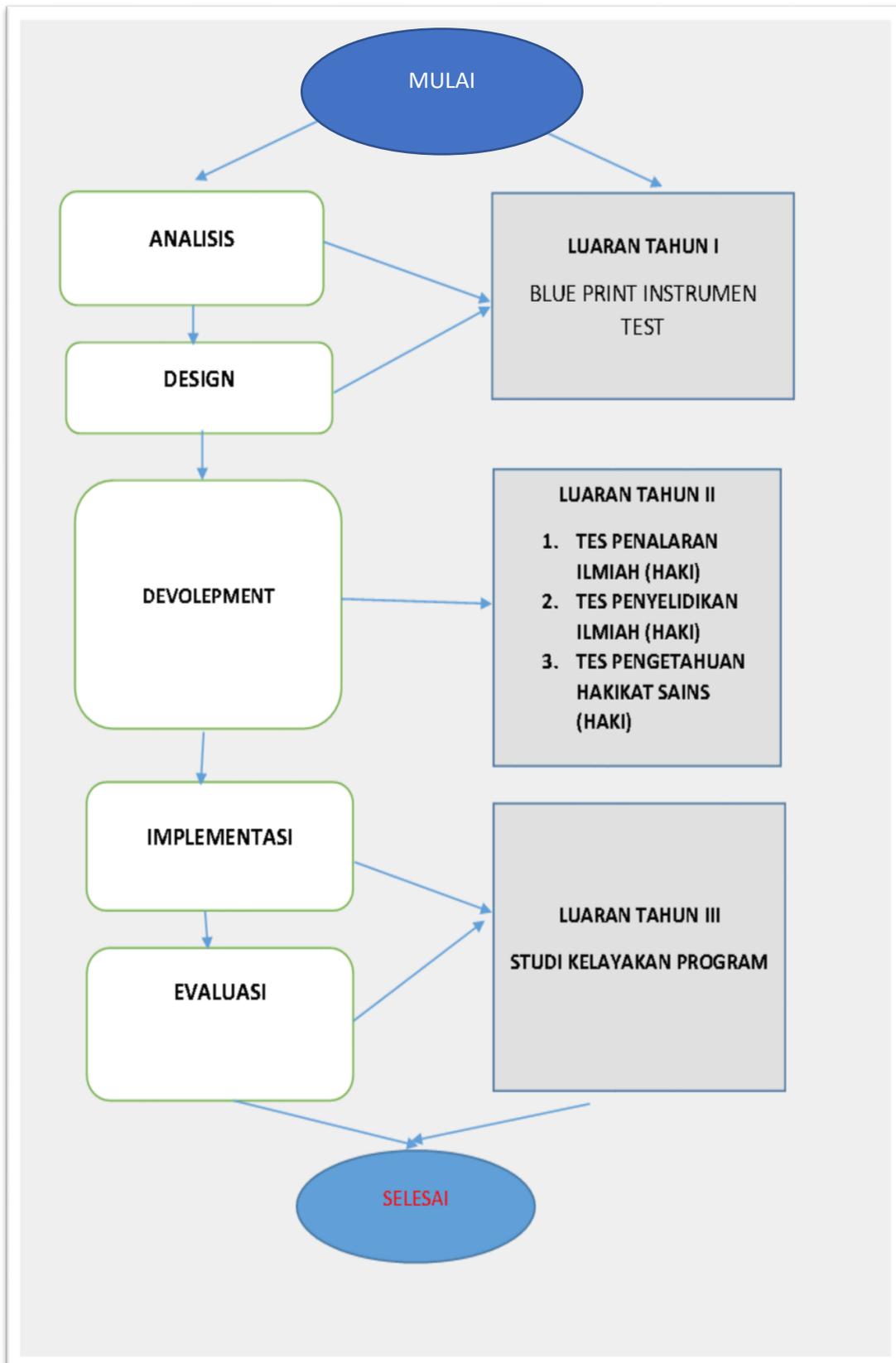
d. Implementation

Instrumen yang telah divalidasi baik secara kualitatif maupun kuantitatif dengan pemodelan Rasch, selanjutnya di implementasikan pada subjek sasaran . Tahap ini melibatkan seluruh siswa kelas XII . Pada tahap implementasi dilakukan penentuan standar kelulusan dan perumusan model pelaporan skor literasi sains serta pemanfaatan aplikasi digital tes literasi saintifik. .Pada tahap ini pula di rumuskan kebijakan tes literasi sains bagi dan melakukan advokasi kepada pihak cabang dinas Pendidikan Provinsi Jawa Tengah Wilayah XI agar program ini menjadi kebijakan dinas Pendidikan Provinsi Jawa Tengah.

e. Evaluation

Instrumen yang telah diimplementasikan harus diuji validitas kriterianya . Sebagai kriteria adalah prestasi belajar , hasil Ujian literasi secara nasional dan tes kecerdasan. Bila didapatkan korelasi yang signifikan positif antara skor kemampuan penalaran ilmiah, skor kemampuan penyelidikan ilmiah dan skor pengetahuan hakekat sains dengan salah satu kriteria di atas , maka tes literasi sains yang di buat dapat dinyatakan memenuhi validitas kriteria.

Untuk Diagram Alir dapata dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir

Tabel 2: Jadwal Penelitian Tahun ke-2 (2022)

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Focus Grup discussion peneliti , guru dan stake holder calon pengguna		*										
2.	Editing Soal		*										
3.	Uji Coba Tes literasi Sains berbasis penalaran, penyelidikan dan pengetahuan hakikat sains		*										
4	Analisis data			*	*								
5	Validasi Tes					*	*						
6	Proses pengajuan HAKI							*	*				
7	Pengembangan Sistem Aplikasi Digital					*	*	*	*	*			
8	Seminar Rancangan Aplikasi Tes saintifik berbasis penalaran, penyelidikan dan pengetahuan hakikat sains dengan para guru dan stake holder calon pengguna										*	*	

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Sesuai dengan rencana penelitian pada tahun kedua adalah melakukan validasi terhadap instrumen yang telah disusun dan mengembangkan sistem ujian literasi saintifik tiga dimensi secara digital. Tes ini telah diujicobakan terhadap 194 siswa SMA program MIPA kelas XII pada tahun pelajaran 2022/2023 pada umur siswa antara 17 hingga 18 tahun. Ada sebanyak 16 butir tes pengetahuan hakikat sains yang diujicobakan. Sedangkan butir tes penyelidikan ilmiah dan penalaran ilmiah masing masing sebanyak 12 dan 50 butir tes. Jadwal pelaksanaan tes dapat dilihat pada Tabel 1 sedangkan distribusi peserta tes dapat dilihat pada Tabel 2.

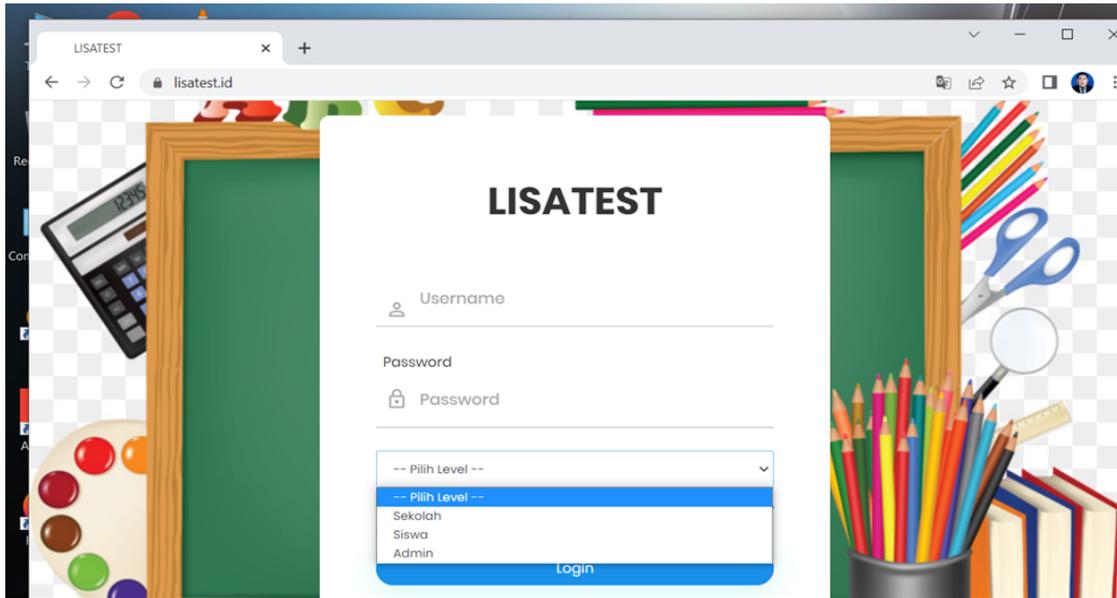
Tabel 1. Jadwal Uji Coba Tes Literasi Saintifik Tiga Dimensi

No	Hari/tgl	Waktu (WIB)	Mata Uji	Kelas
1	Jumat 29 -7-2022	7.15-8.15	Hakikat Sains	XII MIPA 2 ,3 & 4 SMA 2 Tegal
		8.15-9.15	Penyelidikan ilmiah	XII MIPA 2 ,3 & 4 SMA 2 Tegal
		9.15-11.15	Penalaran Ilmiah	XII MIPA 2 ,3 & 4 SMA 2 Tegal
2	Kamis, 4-8-2022	7.15-8.15	Hakikat Sains	XII MIPA 1 & 2 SMA 3 Tegal
		8.15-9.15	Penyelidikan ilmiah	XII MIPA 1 & 2 SMA 3Tegal
		9.15-11.15	Penalaran Ilmiah	XII MIPA 1 & 2 SMA 3 Tegal
		12.15-13.15	Hakikat Sains	XII MIPA 3 SMAN 3 Tegal
		13.15-14.15	Penyelidikan Ilmiah	XII MIPA 3 SMAN 3 Tegal
		14.15-16.15	Penalaran Ilmiah	XII MIPA 3 SMAN 3 Tegal
		13.45-15.45	Penalaran Ilmiah	XII MIPA 3 SMAN 3 Tegal

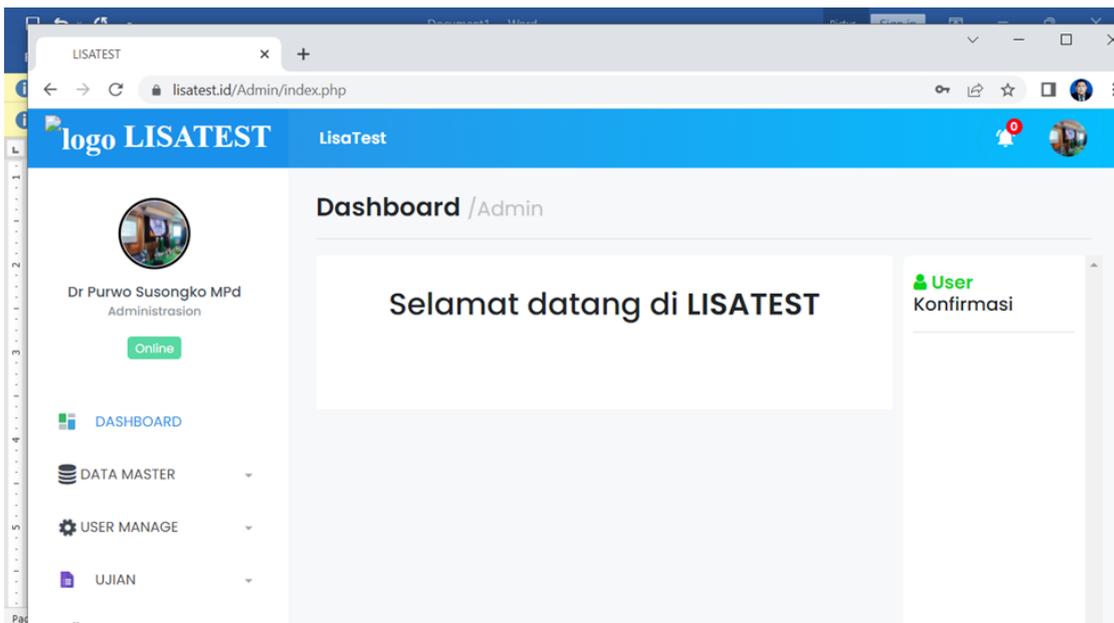
Tabel 2. Daftar Peserta Tes Literasi Sainifik Tiga Dimensi

No	Sekolah	Kelas	Peserta	Laki-Laki	Perempuan
1	SMAN 2 Tegal	XII MIPA 2	30	7	24
		XII MIPA 3	33	9	24
		XII MIPA 4	34	11	23
			97	27	71
2	SMAN 3 Tegal	XII MIPA 1	34	14	20
		XII MIPA 2	34	12	22
		XII MIPA 3	32	12	20
			100	38	62
	Jumlah Total	197			
	Gagal mengerjakan	3			
	Jumlah peserta Tes	194			

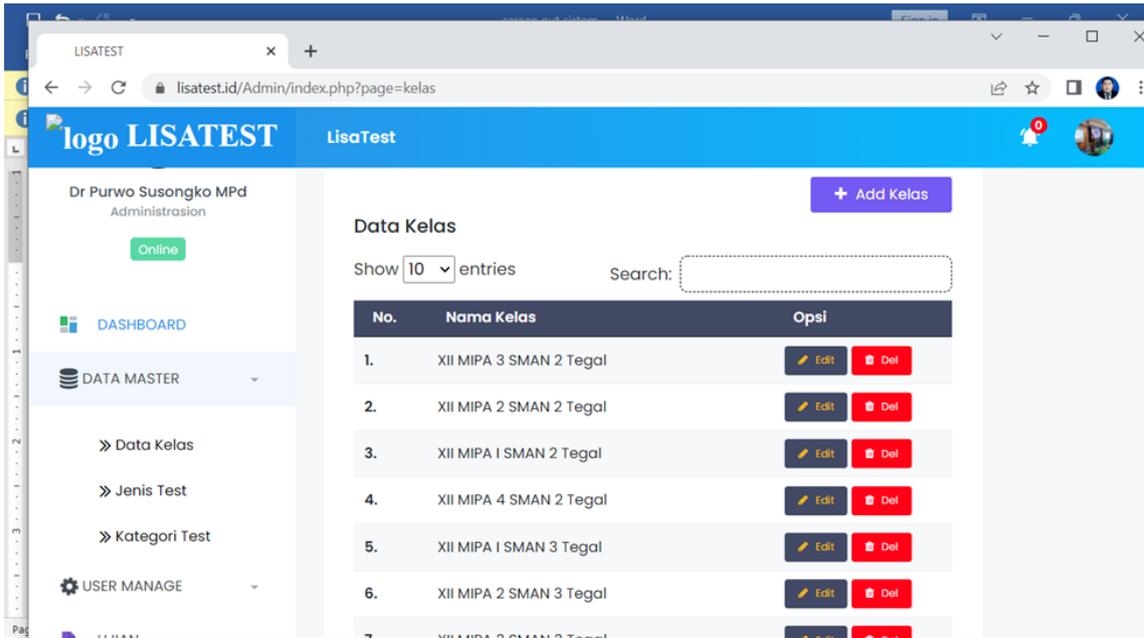
Uji coba tes dilaksanakan menggunakan sistem digital melalui laman <http://lisatest.id>. Ada tiga peran dalam sistem ini masing masing adalah administrator, sekolah dan siswa. Adiminstrator dapat melakukan semua administrasi tes seperti halnya membuat akun siswa dan sekolah; membuat kelas para peserta tes; membuat tes dan butir tes; merencanakan tes; melaksanakan tes dan mendapat akses hasil tes baik skor total maupun pola respons setiap peserta. Akun sekolah hanya dapat melihat jadwal tes dan mengakses hasil tes seluruh siswa dalam satu sekolah. Akun siswa dapat mengerjakan tes dan melihat hasil tes. Gambar 1 hingga Gambar 8 mendeskripsikan sistem digital yang digunakan dalam uji coba tes literasi saintifik tiga dimensi.



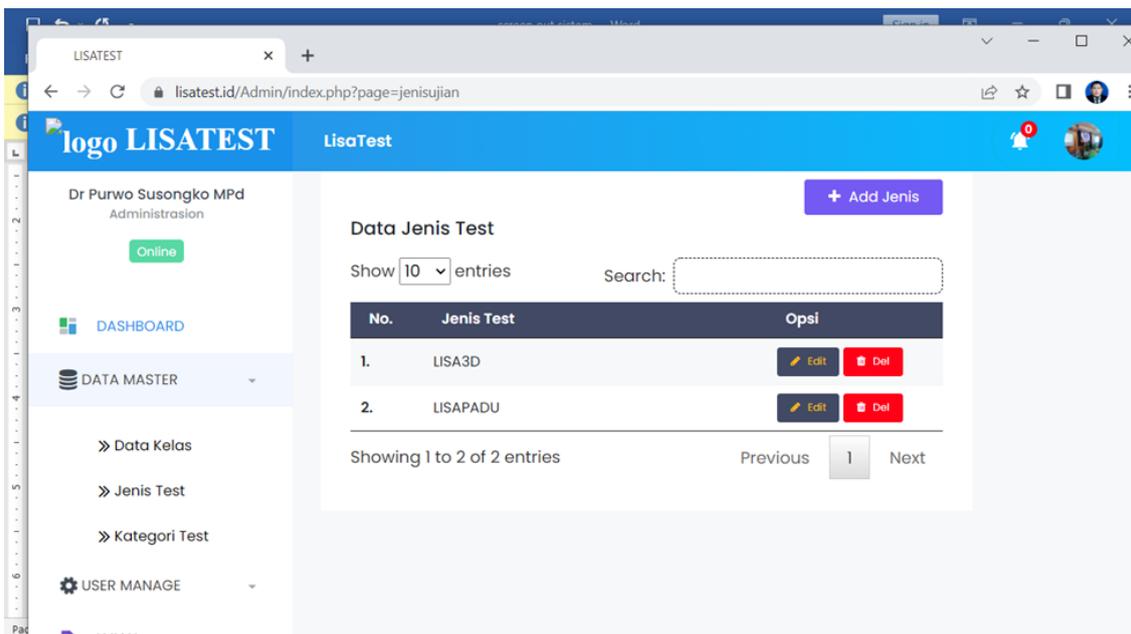
Gambar 1. Halaman Login ke Sistem <http://lisatest.id>



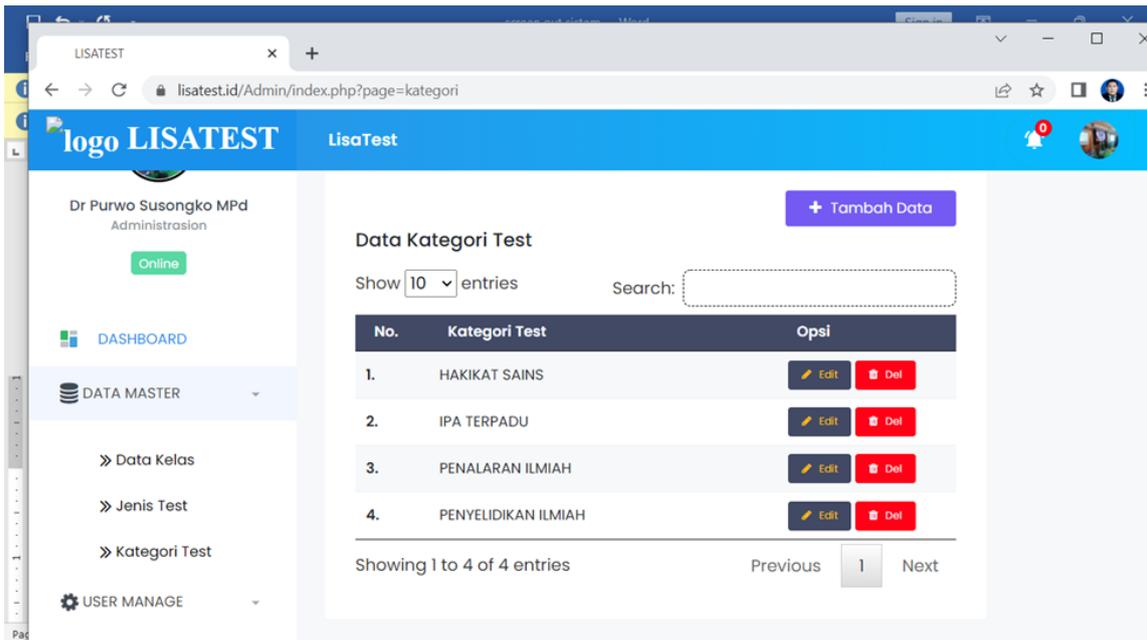
Gambar 2. Menu Utama Sistem <http://lisatest.id>



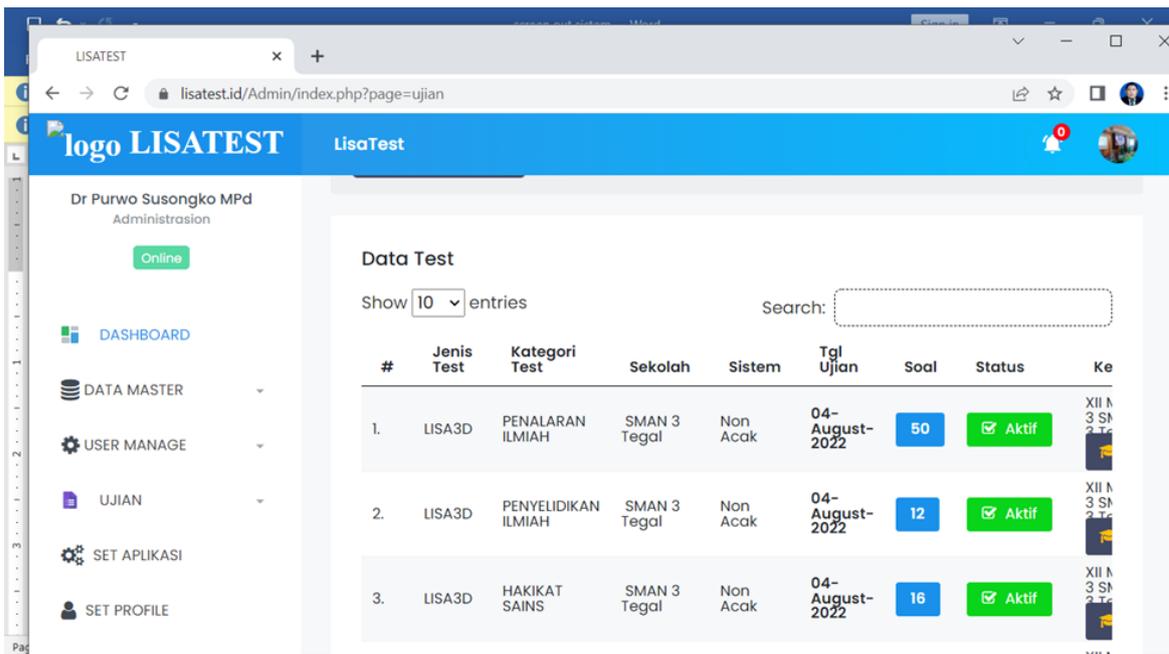
Gambar 3. Menu Data Master pada <http://lisatest.id>



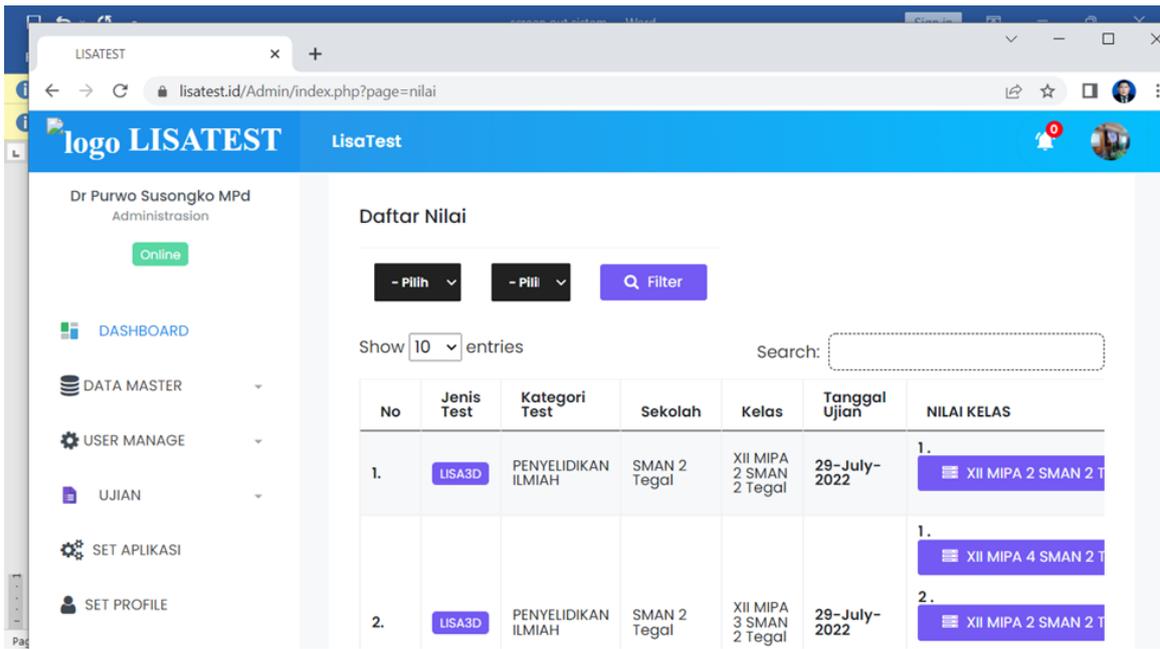
Gambar 4. Menu Membuat Jenis Tes dalam <http://lisatest.id>



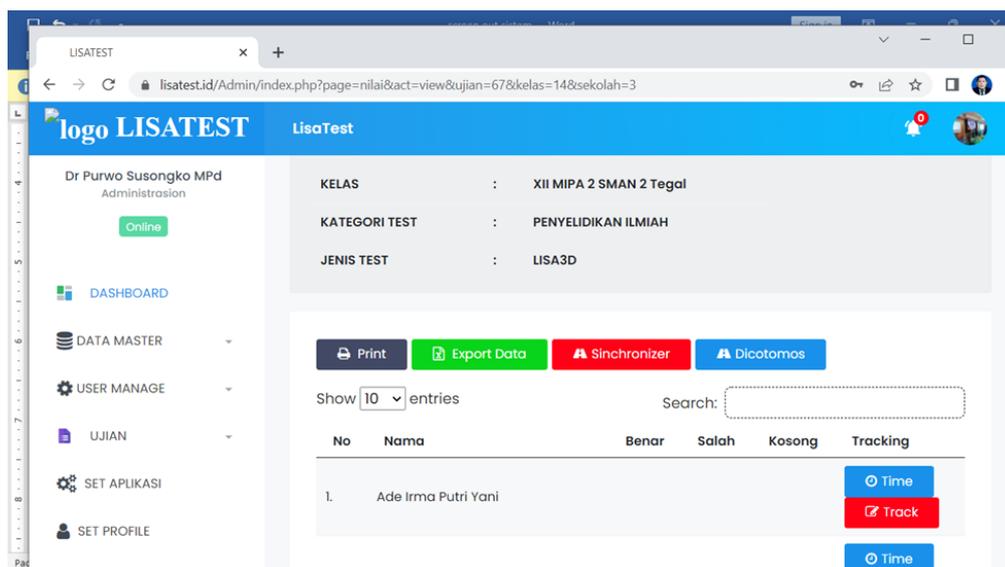
Gambar 5. Menu Membuat Kategori Tes dalam <http://lisatest.id>



Gambar 6. Menu Ujian atau Daftar Tes dalam <http://lisatest.id>



Gambar 7. Menu Mengakses Hasil Tes dalam <http://lisatest.id>



Gambar 8. Menu Mengakses Ringkasan Hasil Tes dalam <http://lisatest.id>

Analisis validitas tes dalam penelitian ini menggunakan pemodelan Rasch. Jenis validitas yang diterapkan adalah validitas Messick (2006) meliputi validitas isi, validitas psikometri dan validitas konstruk yang terdiri dari terdiri dari aspek isi, aspek substantif, aspek struktural dan aspek eksternal. Validitas aspek isi dan aspek psikometri dilakukan masing masing sebanyak dua ahli yang terdiri dari Guru Besar (Profesor) di bidang Pendidikan IPA, Guru Besar (Profesor) di bidang pengukuran Pendidikan dan para praktisi Pendidikan. Validitas keduanya telah dilakukan pada tahun pertama (2021)

sehingga menghasilkan surat pencatatan ciptaan Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia nomor EC00202146448 untuk blue print tes penalaran ilmiah, nomor EC00202146450 untuk blue print tes penyelidikan ilmiah dan nomor EC00202146449 untuk blue print tes pengetahuan hakekat sains.

Validitas konstruk menggunakan aplikasi pemodelan Rasch pada konsep validitas Messick (McNamara, 2006) yang telah dirumuskan oleh Susongko (2016) seperti dijelaskan pada Tabel 3 berikut ini .

Tabel 3. Validitas Konstruk dengan Pendekatan Validitas Messick dan Aplikasi Model Rasch

Aspek Validitas Konstruk	Indikator	Kriteria
Isi	Uji kecocokan item (itemfit)	$P > 0.05$
Substantif	Person fit statistic	$P > 0.05$
	accuracy, sensitivity, dan specificity	mendekati 1,0
Struktural	Uji Invariansi (LRtest)	$P < 0,05$
Eksternal	nilai separation Person strata	mendekati 1,0

Uji kecocokan butir pada tes penalaran ilmiah dapat dilihat pada Tabel 4, sedangkan tingkat kesukaran butir dapat dilihat pada Tabel 5. Untuk respons siswa yang tidak cocok dengan model dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 4. Uji Kecocokan Butir pada Tes Penalaran Ilmiah

No butir	Nilai Chi Square	P Value	Keterangan	No butir	Nilai Chi Square	P Value	Keterangan
1	164.018	0.936	Cocok	26	163.219	0.941	Cocok
2	141.835	0.998	Cocok	27	172.724	0.850	Cocok
3	217.068	0.113	Cocok	28	172.129	0.857	Cocok
4	232.333	0.028	Tidak Cocok	29	176.355	0.799	Cocok
5	221.031	0.081	Cocok	30	151.033	0.989	Cocok
6	179.542	0.748	Cocok	31	195.698	0.432	Cocok
7	300.853	0.000	Tidak Cocok	32	183.773	0.671	Cocok
8	180.609	0.729	Cocok	33	167.859	0.904	Cocok
9	152.309	0.986	Cocok	34	216.094	0.122	Cocok
10	188.100	0.586	Cocok	35	551.280	0.000	Tidak Cocok
11	227.422	0.045	Tidak Cocok	36	208.579	0.210	Cocok
12	198.718	0.374	Cocok	37	169.725	0.885	Cocok

13	217.902	0.106	Cocok	38	347.975	0.000	Tidak Cocok
14	185.034	0.647	Cocok	39	231.313	0.031	Tidak Cocok
15	165.284	0.926	Cocok	40	191.466	0.518	Cocok
16	188.534	0.577	Cocok	41	150.356	0.990	Cocok
17	207.816	0.221	Cocok	42	164.845	0.930	Cocok
18	200.464	0.341	Cocok	43	182.413	0.697	Cocok
19	140.317	0.998	Cocok	44	203.973	0.280	Cocok
20	165.340	0.926	Cocok	45	172.025	0.859	Cocok
21	196.339	0.420	Cocok	46	162.806	0.944	Cocok
22	220.492	0.085	Cocok	47	176.691	0.794	Cocok
23	171.225	0.868	Cocok	48	191.053	0.526	Cocok
24	200.203	0.346	Cocok	49	207.855	0.220	Cocok
25	183.770	0.671	Cocok	50	179.444	0.749	Cocok

Tabel 4 memperlihatkan bahwa butir nomor 4,7,11,35,38 dan 39 atau sebanyak 6 butir dari 50 butir tes yang tidak cocok dengan pemodelan Rasch yang digunakan. Dengan demikian butir butir tersebut tidak dapat digunakan sebagai butir yang tepat dalam mengukur kemampuan penalaran ilmiah.

Tabel 5. Kesukaran Butir Tes Penalaran Ilmiah

No butir	Tingkat Kesukaran	Standar Error	No butir	Tingkat Kesukaran	Standar Error
1	-1.402	0.195	26	-0.729	0.165
2	-4.620	-4.620	27	0.030	0.150
3	-0.084	-0.084	28	2.162	0.206
4	0.822	0.822	29	-0.517	0.159
5	-1.364	-1.364	30	0.008	0.151
6	-0.569	-0.569	31	-0.492	0.159
7	1.960	1.960	32	0.121	0.150
8	-1.564	-1.564	33	0.233	0.149
9	-2.485	-2.485	34	-0.543	0.160
10	-0.595	-0.595	35	3.555	0.357
11	0.053	0.053	36	-0.038	0.151
12	2.345	2.345	37	-1.185	0.183
13	-0.130	-0.130	38	2.955	0.276
14	-1.744	-1.744	39	0.869	0.154
15	-1.793	-1.793	40	1.114	0.159
16	1.325	1.325	41	0.591	0.151
17	1.089	1.089	42	0.277	0.149
18	-1.607	-1.607	43	0.941	0.155
19	1.649	1.649	44	0.798	0.153

20	-1.564	-1.564	45	-1.054	0.177
21	-1.086	-1.086	46	-0.343	0.156
22	0.255	0.255	47	-0.543	0.160
23	0.434	0.434	48	0.917	0.155
24	1.244	1.244	49	-0.153	0.152
25	-0.813	-0.813	50	1.271	0.163

Pada Tabel 5 terlihat ada beberapa butir yang mempunyai tingkat kesukaran yang ekstrim artinya diluar domain kemampuan siswa yang umum yaitu sekitar -2 hingga +2. Butir-butir tersebut adalah butir nomor 2 (-4.620), butir nomor 9 (-2.485), butir nomor 12 (2.345) dan butir nomor 35 (3.555). Dengan demikian butir-butir tersebut tidak dapat digunakan sebagai butir yang baik dalam mengukur kemampuan penalaran ilmiah.

Tabel 6. Daftar Respons Peserta Tes Yang Tidak Cocok dengan Model Rasch

No peserta	Nilai Chi Square	P Value	No peserta	Nilai Chi Square	P Value
13	75.949	0.008	155	72.825	0.015
34	78.124	0.005	164	343.011	0.000
61	78.264	0.005	165	113.128	0.000
64	73.683	0.013	174	107.134	0.000
78	99.034	0.000	177	84.194	0.001
88	143.357	0.000	178	74.057	0.012
137	88.118	0.001	182	127.631	0.000
149	78.095	0.005	184	69.116	0.031
150	77.326	0.006	186	70.514	0.024
13	75.949	0.008	155	72.825	0.015
34	78.124	0.005	164	343.011	0.000
61	78.264	0.005	165	113.128	0.000
64	73.683	0.013	174	107.134	0.000
78	99.034	0.000	177	84.194	0.001
88	143.357	0.000	178	74.057	0.012
137	88.118	0.001	182	127.631	0.000
149	78.095	0.005	184	69.116	0.031
150	77.326	0.006	186	70.514	0.024

Dari Tabel 6 terdapat 18 atau 9,27 % siswa yang mempunyai respons tidak cocok dengan model yang digunakan (Model Rasch) pada tingkat kebebasan 49. Ketidakcocokan respons siswa ini disebut sebagai respons yang tidak teratur (*abberans response*) dimana semakin banyak siswa yang mempunyai *abberans response* semakin lemah validitas substantif tes tersebut. Besarnya respons yang tidak sesuai dalam Tabel 6

sebesar 9.27 % sehingga besarnya respons yang sesuai dengan model yang digunakan sebesar 90.73 %. Hal ini menunjukkan tingkat validitas substantif tes penalaran ilmiah sebesar 90.73 % , sebuah index yang cukup tinggi bagi sebuah validitas tes. Parameter lain sebagai ukuran validitas substantif adalah akurasi, sensitivitas dan spesifisitas. Hasil analisis menunjukkan nilai akurasi sebesar 0.744, sensitivitas sebesar 0.798, dan nilai spesifisitas sebesar 0.68. Ketiga nilai tersebut mendekati 1 sehingga dapat dinyatakan validitas substantif tes penalaran ilmiah memenuhi.

Ukuran validitas struktural menggunakan uji konsistensi estimasi parameter butir pada sub sampel yang digunakan. Uji konsistensi ini menggunakan Uji *Likelihood Ratio (LR Test)* dengan membagi sampel dalam dua sub sampel berdasarkan median skor total dari setiap siswa. Hasil *LR Test* menunjukkan butir tes nomor 2 tidak konsisten pada kedua sub sampel tersebut. Dengan demikian butir tes nomor 2 tidak dapat digunakan sebagai butir tes yang baik. Ukuran validitas eksternal adalah nilai *separation person strata* atau dalam konteks teori tes klasik disebut reliabilitas. Hasil analisis menunjukkan nilai sebesar 0.787 sebuah nilai yang mendekati 1,0 sehingga dapat disimpulkan bahwa tes penalaran ilmiah yang telah disusun memenuhi validitas konstruk aspek struktural.

Dengan memperhatikan hasil analisis uji coba dan memperhatikan sebaran tingkat kesukaran butir tes maka ditentukan sebanyak 25 butir tes yang layak digunakan untuk mengukur kemampuan Literasi Saintifik aspek Penalaran Ilmiah . Tabel 7 menjelaskan butir-butir tes penalaran ilmiah yang tidak digunakan sebagai instrument tes yang layak dan butir-butir tes yang layak .

Tabel 7. Kelayakan Butir Tes Penalaran Ilmiah sesuai Hasil Uji Coba Validitas

Butir Tes Penalaran Ilmiah yang tidak layak digunakan	Butir Tes Penalaran Ilmiah yang layak digunakan
2,4,5,7,9,11,14,15,18,20,21,23,25,27 29,31,34,35,38,39,41,44,45,47,49	1,3, 6,8,10,12,13,16,17,19,22,24,26,28 30,32,33,36,37,40,42,43,46,48,50

Tabel 8. Tingkat Kesukaran Butir-Butir Tes Penalaran Ilmiah Yang Layak digunakan

No	Tingkat Kesukaran	No	Tingkat Kesukaran	No	Tingkat kesukaran
1	-1.402	10	1.649	19	-1.185
2	-0.084	11	0.255	20	1.114
3	-0.569	12	1.244	21	0.591
4	-1.564	13	-0.729	22	0.941

5	-0.595	14	2.162	23	-0.343
6	2.345	15	0.008	24	0.917
7	-0.130	16	0.121	25	1.271
8	1.325	17	0.233		
9	1.089	18	-0.038		

Uji Validitas Konstruk Tes Penyelidikan Ilmiah

Uji kecocokan butir pada tes penyelidikan ilmiah dapat dilihat pada Tabel 9, sedangkan tingkat kesukaran butir dapat dilihat pada Tabel 10. Untuk respons siswa yang tidak cocok dengan model dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 9. Uji Kecocokan Butir Pada Tes Penyelidikan Ilmiah

No butir	Nilai Chi Square	P Value	Keterangan	No butir	Nilai Chi Square	P Value	Keterangan
1	218.468	0.084	Cocok	7	147.739	0.991	Cocok
2	210.770	0.156	Cocok	8	194.642	0.413	Cocok
3	187.728	0.553	Cocok	9	200.305	0.308	Cocok
4	136.288	0.999	Cocok	10	111.526	1.000	Cocok
5	219.596	0.076	Cocok	11	91.695	1.000	Cocok
6	224.901	0.047	Tidak Cocok	12	87.768	1.000	Cocok

Berdasarkan Tabel 9 pada derajat kebebasan 191 diketahui ada satu butir tes yang tidak cocok dengan model yaitu butir nomor 6.

Tabel 10. Tingkat Kesukaran Butir Tes Penyelidikan Ilmiah

No butir	Tingkat Kesukaran	Standar Error	No butir	Tingkat Kesukaran	Standar Error
1	-0.170	0.155	7	-0.109	0.167
2	0.438	0.194	8	2.061	0.165
3	-0.806	0.209	9	-0.170	0.169
4	-1.074	0.154	10	-0.891	0.199
5	0.512	0.172	11	-1.074	0.209
6	2.261	0.155	12	-0.980	0.203

Dari Tabel 10 terlihat butir nomor 6 mempunyai tingkat kesukaran yang ekstrim atau lebih besar dari 2,0 sehingga butir nomor 6 tidak dapat digunakan sebagai butir tes yang baik. Demikian juga memang butir tes ini tidak sesuai dengan model yang digunakan.

Tabel 11. Daftar Respons Peserta Tes Yang Tidak Cocok dengan Model Rasch

No peserta	Nilai Chi Square	P Value	No peserta	Nilai Chi Square	P Value
16	24.817	0.01	82	24.146	0.012
27	74.969	0.000	99	24.591	0.010
32	23.886	0.013	144	19.933	0.046
40	25.195	0.009	165	27.966	0.03
41	20.179	0.049	175	24.417	0.011
75	24.673	0.010	181	24.146	0.012

Dari Tabel 11 terdapat 12 atau 6 % siswa yang mempunyai respons tidak cocok dengan model yang digunakan (Model Rasch) pada tingkat kebebasan 11. Ketidacocokan respon siswa ini disebut sebagai respon yang tidak teratur (*abberans response*) dimana semakin banyak siswa yang mempunyai *abberans response* semakin lemah validitas substantif tes tersebut. Besarnya respons yang tidak sesuai dalam Tabel 10, sebesar 6 % sehingga besarnya respons yang sesuai dengan model yang digunakan sebesar 94 %. Hal ini menunjukkan tingkat validitas substantif tes penalaran ilmiah sebesar 94 % , sebuah index yang cukup tinggi bagi sebuah validitas tes. Parameter lain sebagai ukuran validitas substantif adalah akurasi, sensitivitas dan spesifisitas. Hasil analisis menunjukkan nilai akurasi sebesar 0.797 sensitivitas sebesar 0.894 dan nilai spesifisitas sebesar 0.597. Ketiga nilai tersebut mendekati 1 sehingga dapat dinyatakan validitas substantif tes penyelidikan ilmiah memenuhi.

Ukuran validitas struktural menggunakan uji konsistensi estimasi parameter butir pada sub sampel yang digunakan. Uji konsistensi ini menggunakan Uji *Likelihood Rasio (LR Test)* dengan membagi sampel dalam dua sub sampel berdasarkan median skor total dari setiap siswa. Hasil *LR Test* menunjukkan butir tes nomor 10, 11 dan 12 tidak konsisten pada kedua sub sampel tersebut. Dengan demikian butir-butir tes tersebut tidak dapat digunakan sebagai butir tes yang baik. Namun demikian disini muncul bahwa butir tes nomor 11 dan 12 mengukur indikator yang sama sehingga dengan mempertimbangkan kebutuhan akan butir tes yang dapat mengukur indikator dan melihat standar eror yang lebih kecil maka butir tes nomor 12 tetap digunakan. Ukuran validitas eksternal adalah nilai *separation person strata* atau dalam konteks teori tes klasik disebut reliabilitas. Hasil analisis menunjukkan nilai sebesar 0.5088 sebuah nilai yang mendekati 1,0 sehingga dapat

disimpulkan bahwa tes penyelidikan ilmiah yang telah disusun memenuhi validitas konstruk aspek struktural.

Dengan memperhatikan hasil analisis uji coba dan memperhatikan sebaran tingkat kesukaran butir tes maka ditentukan sebanyak 6 butir tes yang layak digunakan untuk mengukur kemampuan Literasi Sainifik aspek Penyelidikan Ilmiah. Butir-butir tes yang tidak layak digunakan adalah butir nomor 2,4,6,7,10 dan 11 sedangkan yang layak digunakan adalah butir tes nomor 1,3,5,8,9,dan 12. Tingkat kesukaran Butir Butir tersebut ditunjukkan oleh Tabel 12.

Tabel 12. Tingkat Kesukaran Butir-Butir Tes Penyelidikan Ilmiah

No	Tingkat Kesukaran	No	Tingkat Kesukaran
1	-0.170	4	2.061
2	-0.806	5	-0.170
3	0.512	6	-0.980

Uji Validitas Konstruk Tes Pengetahuan Hakikat Sains

Uji kecocokan butir pada tes pengetahuan hakikat sains dapat dilihat pada Tabel 13, sedangkan tingkat kesukaran butir dapat dilihat pada Tabel 14. Untuk respons siswa yang tidak cocok dengan model dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 13. Uji Kecocokan Butir Pada Tes Pengetahuan Hakikat Sains

Tabel 13 pada derajat kebebasan 192 diketahui ada satu butir tes yang tidak cocok dengan model yaitu butir nomor 2 dan nomor 10.

Tabel 14. Tingkat Kesukaran Butir Tes Pengetahuan Hakikat Sains

No butir	Nilai Chi Square	P Value	Keterangan	No butir	Nilai Chi Square	P Value	Keterangan
1	165.772	0.923	Cocok	9	220.590	0.084	Cocok
2	232.133	0.028	Tidak Cocok	10	234.903	0.021	Tidak Cocok
3	195.161	0.443	Cocok	11	179.413	0.750	Cocok
4	193.921	0.468	Cocok	12	156.505	0.975	Cocok
5	144.158	0.997	Cocok	13	210.265	0.187	Cocok
6	176.436	0.798	Cocok	14	204.325	0.274	Cocok
7	129.235	1.000	cocok	15	180.731	0.727	Cocok
8	173.586	0.839	Cocok	16	186.083	0.626	Cocok

Dari Tabel 14 terlihat butir nomor 2 mempunyai tingkat kesukaran yang ekstrim atau lebih besar dari 2,0 sehingga butir nomor 2 tidak dapat digunakan sebagai butir tes yang baik. Demikian juga memang butir tes ini tidak sesuai dengan model yang digunakan.

Tabel 15. Daftar Respons Peserta Tes Yang Tidak Cocok dengan Model Rasch

No peserta	Nilai Chi Square	P Value	No peserta	Nilai Chi Square	P Value
37	26.962	0.029	134	25.776	0.04
50	25.989	0.038	150	25.776	0.040
89	46.906	0.000	177	27.079	0.028
103	26.430	0.034	182	43.470	0.000
114	25.235	0.047	190	37.927	0.001
121	37.348	0.001			

No butir	Tingkat Kesukaran	Standar Error	No butir	Tingkat Kesukaran	Standar Error
1	0.099	0.147	9	-0.202	0.151
2	2.685	0.228	10	0.937	0.148
3	0.648	0.145	11	0.277	0.145
4	0.054	0.147	12	-1.265	0.191
5	1.115	0.183	13	-0.300	0.153
6	0.517	0.145	14	0.914	0.148
7	1.431	0.201	15	0.364	0.145
8	0.614	0.162	16	-1.568	0.210

Dari Tabel 15 terdapat 11 atau 5,6 % siswa yang mempunyai respons tidak cocok dengan model yang digunakan (Model Rasch) pada tingkat kebebasan 11. Ketidakcocokan respons siswa ini disebut sebagai respons yang tidak teratur (*abberans response*) dimana semakin banyak siswa yang mempunyai *abberans response* semakin lemah validitas substantif tes tersebut. Besarnya respons yang tidak sesuai dalam Tabel 15 sebesar 5,6 % sehingga besarnya respons yang sesuai dengan model yang digunakan sebesar 94,4 %. Hal ini menunjukkan tingkat validitas substantif tes penalaran ilmiah sebesar 94,4 %, sebuah index yang cukup tinggi bagi sebuah validitas tes. Parameter lain sebagai ukuran validitas substantif adalah akurasi, sensitivitas dan spesifisitas. Hasil

analisis menunjukkan nilai akurasi sebesar 0.732, sensitivitas sebesar 0.829 dan nilai spesifisitas sebesar 0.57. Ketiga nilai tersebut mendekati 1 sehingga dapat dinyatakan validitas substantif tes penyelidikan ilmiah memenuhi.

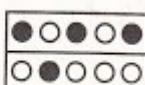
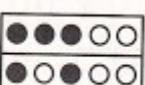
Ukuran validitas Struktural menggunakan uji konsistensi estimasi parameter butir pada sub sampel yang digunakan. Uji konsistensi ini menggunakan Uji *Likelihood Rasio* (*LR Test*) dengan membagi sampel dalam dua sub sampel berdasarkan median skor total dari setiap siswa. Hasil *LR Test* menunjukkan butir tes nomor 7 tidak konsisten pada kedua sub sampel tersebut. Dengan demikian butir tes tersebut tidak dapat digunakan sebagai butir tes yang baik. Ukuran validitas eksternal adalah nilai *separation person strata* atau dalam konteks teori tes klasik disebut reliabilitas. Hasil analisis menunjukkan nilai sebesar 0.5663 sebuah nilai yang mendekati 1,0 sehingga dapat disimpulkan bahwa tes penyelidikan ilmiah yang telah disusun memenuhi validitas konstruk aspek struktural.

Dengan memperhatikan hasil analisis uji coba dan memperhatikan sebaran tingkat kesukaran butir tes maka ditentukan sebanyak 8 butir tes yang layak digunakan untuk mengukur kemampuan Literasi Sainifik aspek Pengetahuan Hakikat Sains. Butir-butir tes yang tidak layak digunakan adalah butir nomor 2, 4,5,7,9,12,13 dan 16 sedangkan yang layak digunakan adalah butir tes nomor 1, 3,6,8,10, 11, 14 dan 15. Tingkat kesukaran Butir Butir tersebut ditunjukkan oleh Tabel 16.

Tabel 16. Tingkat Kesukaran Butir-Butir Tes Pengetahuan Hakikat Sains

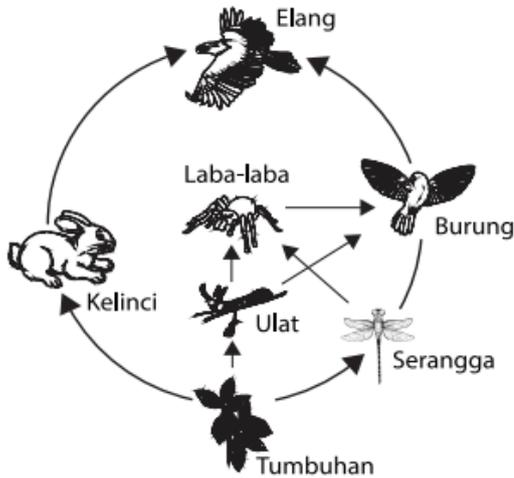
No	Tingkat Kesukaran	No	Tingkat Kesukaran
1	0.099	5	0.937
2	0.648	6	0.277
3	0.517	7	0.914
4	-0.614	8	0.364

Instrumen Pengukuran Literasi Sainifik 3 Dimensi Aspek Penalaran Ilmiah Yang Telah divalidasi

Butir Tes	
<p>1. Perhatikan gambar berikut:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin: 10px 0;"> <div style="text-align: center;">  <p>(1)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(2)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(3)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(4)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(5)</p> </div> </div> <p>Gambar yang berbeda adalah ...</p> <p>a. 1</p> <p>b. 2</p>	

- c. 3
- d. 4
- e. 5

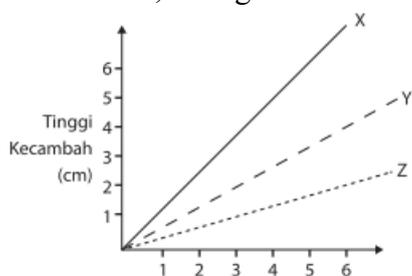
2. Perhatikan gambar jaring-jaring makanan berikut ini:



Organisme yang berada pada tingkat trofik 2 yaitu ...

- a. kelinci dan ulat
- b. elang dan laba-laba
- c. elang dan burung
- d. laba-laba dan burung
- e. serangga dan burung

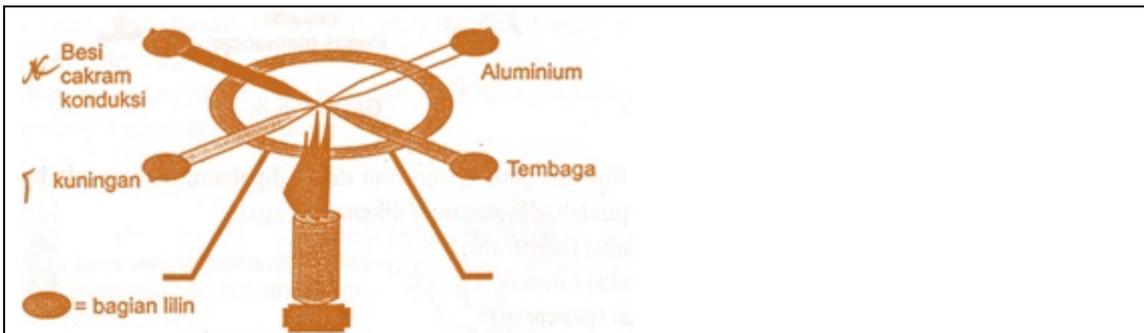
3. Perhatikan grafik hasil percobaan pertumbuhan kecambah di tempat gelap, teduh, terang berikut:



Berdasarkan grafik tersebut menunjukkan bahwa X dan Z secara berurutan merupakan kecambah yang ditempatkan di tempat

- a. terang dan gelap
- b. gelap dan terang
- c. terang dan teduh
- d. gelap dan teduh
- e. teduh dan teran

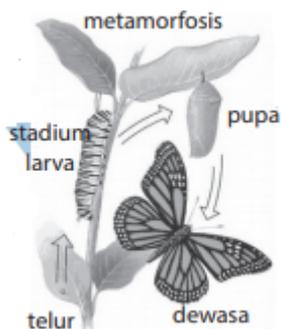
4. Peristiwa konduksi dapat dipraktekkan menggunakan sebuah cakram konduksi dengan 4 jenis logam yang berbeda seperti pada gambar berikut:



Tiap2 ujung logam ditetesi lilin, kemudian dipanaskan di atas pembakar. Selanjutnya kita bisa mengamati apa yang terjadi pada lilin tersebut dengan melihat logam mana yang terlebih dulu melelehkan lilin.

Peristiwa konduksi di alam dapat kita lihat pada ...

- saat ujung sendok aluminium yang ikut panas saat mengaduk teh panas
- ketika membakar sate si atas arang panas.
- Ikut hangat saat dekat dengan api unggun
- Saat merebus air hingga mendidih
- Saat mengeringkan pakaian di dalam mesin cuci



- Hewan yang memiliki fase perkembangan yang sama dengan hewan pada gambar di atas adalah
 - belalang
 - jangkrik
 - lalat
 - ular
 - kecoa

6. Tabel berikut merupakan hasil percobaan lima jenis kawat penghantar yang mempunyai hambatan sama ...

Kawat ke	Panjang	Luas
1	X	Y
2	2X	3Y
3	0,5X	Y
4	3X	2Y
5	2X	0,5Y

Berdasarkan tabel di atas, kawat yang hambatan jenisnya terbesar adalah kawat ke...

- 1
- 2
- 3

- d. 4
- e. 5

7. Pada percobaan tingkat organisasi kehidupan dengan membuat plot pengamatan dengan metode kuadrat (kuadrat ukuran 1 meter) dan menghitung kemudian mencatat semua organisme (hewan dan tumbuhan) yang ditemukan pada kuadrat tersebut, diperoleh data sebagai berikut:

No	Spesies	Plot 1	Plot 2	Plot 3	Jumlah	Rata-rata	K	F
1	Tumbuhan A	-	10	30	40	13.33	40	0.67
2	Tumbuhan B	2	5	8	15	5.00	15	1
3	Tumbuhan C	30	30	-	60	20.00	60	0.67
4	Tumbuhan D	11	23	-	44	14.67	44	0.67
Jumlah					159	53.00	159	3
Rerata					39.75			

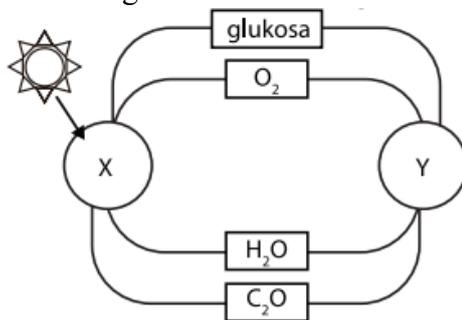
pertanyaan penelitian terbaik untuk ditanyakan berdasarkan data di atas adalah ...

- a. "Apakah jenis spesies mempengaruhi kerapatan?"
- b. "Bagaimana perhitungan kerapatan?"
- c. "Spesies mana yang memiliki kepadatan dan frekuensi tertinggi?"
- d. "Bagaimana perhitungan frekuensi relatif?"
- e. "bagaimana perhitungan frekuensi?"

8. Sebuah gaya $F = (5i + 2j)$ N melakukan usaha dengan titik tangkapnya berpindah menurut rut persamaan $r = (2i + aj)$ m, dengan i dan j berturut-turut menunjukkan vektor satuan dalam arah sumbu x dan sumbu y. Jika usaha yang dilakukan oleh gaya itu bernilai 30 joule, maka nilai a sebesar ...

- a. 2
- b. 4
- c. 5
- d. 8
- e. 10

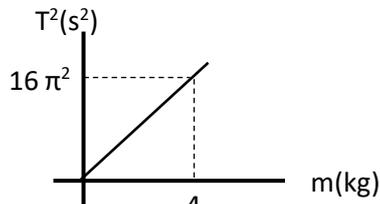
9. Perhatikan gambar daur karbon dan oksigen berikut:



Proses yang terjadi pada bagian X adalah ...

- a. katabolisme, penguraian glukosa untuk menghasilkan CO_2 dan O_2
- b. fotosintesis, pembentukan glukosa untuk mengeluarkan CO_2 dan O_2
- c. fotosintesis, pembentukan karbohidrat
- d. katabolisme, penguraian glukosan menjadi O_2 dan energi
- e. respirasi, penguraian glukosa menjadi H_2O dan CO_2

10. Sebuah benda yang dihubungkan dengan pegas mempunyai periode T dan konstanta gaya k . Grafik T^2 terhadap massa benda m sesuai dengan grafik berikut:



Besar konstanta gaya k berdasarkan grafik adalah ...

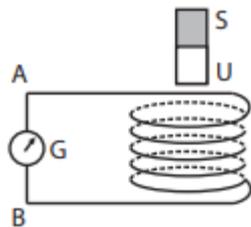
- a. 0,025 N/m
- b. 1 N/m
- c. 2 N/m
- d. 4 N/m
- e. 40 N/m

11. Jika Reva membeli rok, maka ia juga membeli syal.
Jika Reva membeli syal, maka Sasa membeli jaket.

Sasa membeli celana.

- a. Sasa dan Reva membeli rok
- b. Reva tidak membeli celana
- c. Reva membeli syal dan jaket
- d. Reva dan Sasa membeli celana
- e. Reva membeli rok dan syal

12. Sebuah kumparan seperti gambar dihubungkan dengan galvanometer yang peka. Jika arus mengalir dari A ke B, maka jarum galvanometer bergerak ke kanan. Jika kutub utara magnet dimasukkan lagi, maka jarum bergerak ...



- a. ke kanan lalu diam
- b. ke kiri lalu diam
- c. ke kanan, ke kiri lalu diam
- d. ke kiri, ke kanan lalu diam
- e. ke kanan kemudian ke kiri

13. Apabila dua spesies dengan relung ekologi sama dan habitat terisolasi berkompetisi untuk mendapat bahan makanan, maka

- a. keduanya akan mencari sumber makanan tambahan
- b. salah satu spesies akan punah
- c. keduanya akan lebih bertahan hidup
- d. salah satu spesies akan mencari habitat baru
- e. keduanya akan membuat relung ekologi baru

14. Perhatikan tabel percobaan berikut:

	Zat	Massa (gram)	Kalor lebur (J/kg)	Kalor yang diterima (J)
--	-----	-----------------	-----------------------	----------------------------

A	Air (es)	500	$3,36 \times 10^5$	10000
B	Amonia	500	$0,33 \times 10^5$	10000
C	Timbal	500	$0,25 \times 10^5$	10000
D	Perak	500	$0,88 \times 10^5$	10000
E	Besi	500	$2,89 \times 10^5$	10000

Zat yang paling banyak melebur adalah ...

- Air (es)
- Amonia
- Timbal
- Perak
- besi

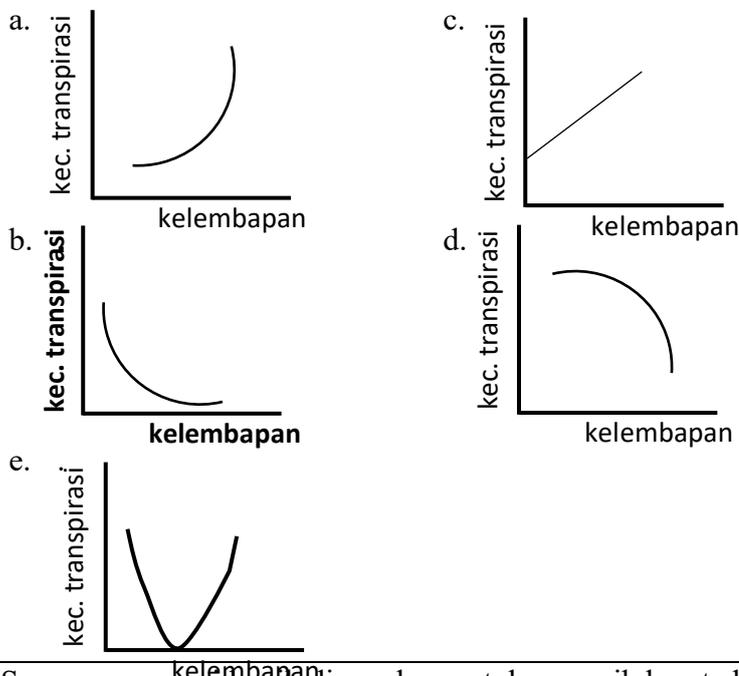
15. Persamaan gelombang transversal yang merambat sepanjang tali yang sangat panjang adalah $y = 6 \sin(0,02\pi x + 4\pi t)$. (y dan x dalam cm dan t dalam sekon), maka:

- amplitudo gelombang 6 cm
- panjang gelombang 100 cm
- frekuensi gelombang 2 Hz
- perjalanan gelombang ke x positif

Pernyataan yang benar adalah ...

- 1, 2 dan 3 benar
- 4 saja yang benar
- 1 dan 3 benar
- semua benar
- 2 dan 4 benar

16. Grafik yang menunjukkan hubungan kelembapan dengan laju transpirasi pada tanaman adalah



17. Sepasang pegas identik digunakan untuk menarik kereta ke atas bukit dengan kecepatan tetap pada dua keadaan. Keadaan pertama, pegas dihubungkan pada kereta bersisian. Situasi kedua, pegas dihubungkan pada kereta disambungkan satu sama lain. Pada situasi pertama, pegas memanjang memberikan jarak tertentu. Pada

<p>keadaan kedua, pegas memanjang dua kali lipat dari situasi pertama. Masalah apa yang mungkin sedang dipelajari pada situasi di atas?</p> <ol style="list-style-type: none"> Bagaimana kecuraman bukit ditentukan dari pegas yang meregang? Bagaimana bahan dari pegas menentukan besarnya regangan? Bagaimana penyusunan pegas menentukan besarnya regangan? Bagaimana massa kereta menentukan besarnya regangan? Bagaimana kelajuan kereta menentukan besarnya regangan?
<p>18. Akhir-akhir ini, curah hujan diberbagai daerah di Indonesia meningkat. Tidak sedikit daerah yang mengalami kerusakan akibat hujan yang terus-menerus turun. Jakarta yang sudah menjadi langganan banjir tiap tahunnya, pada musim penghujan kali ini pun harus rela mengalami banjir kembali. Sistem drainase yang buruk dan adanya perubahan fungsi lahan pertanian bisa menjadi penyebab terjadinya bencana tersebut. Manakah pernyataan berikut yang benar?</p> <ol style="list-style-type: none"> Penyebab banjir di bumi semata-mata akibat ulah manusia Curah hujan yang terus menerus menjadi penyebab utama banjir Tata kota yang baik dapat mencegah banjir Penyebab terjadinya banjir ada yang alami dan ada yang karena ulah manusia Tidak ada yang bisa disimpulkan dari bacaan tersebut
<p>19. Ani melakukan percobaan pertumbuhan dengan rumusan masalah “Apakah kelembapan berpengaruh terhadap pertumbuhan kacang hijau?”. Tanaman 1 ditanam di dalam kardus yang di atasnya ditutup kain kasa dengan lubang kasa 2 cm dan ditempatkan di teras, tiap pagi tanaman 1 disemprot 1 botol air. Tanaman 2 ditanam di dalam kardus yang atasnya ditutup kain kasa dengan lubang kasa 2 cm dan ditempatkan di teras yang sama, tiap pagi tanaman 2 disemprot 3 botol air. Berdasarkan perlakuan di atas, 33las an penyemprotan air dengan jumlah yang berbeda bertujuan untuk ...</p> <ol style="list-style-type: none"> memberi intensitas sinar yang berbeda memberi kelembapan yang berbeda mengatur penyerapan air oleh tanaman menjaga kandungan air dalam tanah menjaga kelembapan karena penutupan kasa
<p>20. Sebuah jembatan melengkung dengan jarijari kelengkungan R. Titik pusat kelengkungan ada di bawah jembatan itu. Gaya yang diakibatkan pada jembatan itu oleh sebuah mobil yang beratnya W yang bergerak dengan kecepatan n sewaktu berada di puncak jembatan itu, jika g adalah percepatan gravitasi adalah sebesar ...</p> <ol style="list-style-type: none"> $\frac{W\left(1+\frac{v^2}{R}\right)}{g}$ $W\left(1+\frac{v^2}{gR}\right)$ $\frac{Wv^2}{W+gR}$ $\frac{W\left(1-\frac{v^2}{R}\right)}{g}$ $W\left(1-\frac{v^2}{gR}\right)$
<p>21. Suatu gas ideal monoatomik di dalam ruang tertutup mempunyai tekanan $1,2 \times 10^5$ Pa dan volume 40 liter. Bila gas memuai secara isobaric sehingga volumenya</p>

menjadi 50 liter, maka gas akan menyerap kalor dari lingkungan sebesar 2×10^3 J. Pada akhir proses:

- (1) suhu gas akan berkurang
- (2) gas melakukan usaha sebesar $1,2 \times 10^3$ J
- (3) Gas mengalami perubahan energi dalam 80 J.

Apakah pernyataan di atas benar atau salah, termasuk ukuran dan/ atau satuannya

- a. suhu gas benar akan berkurang
- b. besarnya usaha terlalu besar, satuan benar .
- c. besarnya usaha terlalu kecil, satuan benar.
- d. perubahan energi terlalu kecil, satuan benar
- e. besarnya usaha dan energi salah, satuan salah

22. Rahmat melakukan pengamatan keberagaman hewan di kebun sekolahnya dan mengelompokkan hewan-hewan tersebut sebagai berikut:

Kelompok A	Kelompok B	Kelompok C
Cacing tanah	Bekicot	Laba-laba
Rayap	Ulat	Kalajengking
keluwing	Burung pipit	Burung hantu
	Lebah	

Tiba-tiba Rahmat menemukan belalang dan kupu-kupu. Berdasarkan pengelompokan yang dibuat Rahmat, hewan-hewan tersebut dimasukkan ke dalam kelompok ...

- a. belalang di kelompok A dan kupu-kupu di kelompok B
- b. belalang dan kupu-kupu dalam kelompok B
- c. belalang di kelompok B, kupu-kupu di kelompok C
- d. belalang dan kupu-kupu dibuatkan kelompok tersendiri
- e. belalang dibuatkan kelompok tersendiri, kupu-kupu di kelompok B

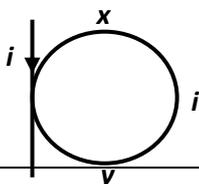
23. Ahmad mendengar suara burung gagak pada malam hari. Kemudian hari berikutnya dia mendengar kabar duka bahwa tetangga rumahnya meninggal dunia. Apa yang dapat dinyatakan berdasarkan hal ini?

- a. Suara burung gagak menjadi pertanda adanya orang meninggal
- b. Ada kaitan antara suara burung gagak dengan kabar duka
- c. Tidak bisa dinyatakan bahwa ada kaitan antara suara burung gagak dengan adanya kabar orang meninggal
- d. Suara burung gagak pembawa sial
- e. Suara burung gagak pertanda harus waspada

24. Kendaraan yang menggunakan bahan bakar diesel dan pembangkit listrik dengan bahan bakar batu bara akan menghasilkan SO_2 dan NO_2 ke udara yang akan bereaksi dengan air hujan membentuk hujan asam, yang dapat mengakibatkan...

- a. penipisan lapisan ozon
- b. peningkatan pH tanah dan air permukaan
- c. kerusakan pada tanaman pertanian
- d. peningkatan suhu lingkungan
- e. peningkatan jumlah karbon

25. Sebuah kawat lurus yang panjang terletak vertikal disinggungkan dengan kawat melingkar seperti pada gambar.



Kedua kawat tersebut dialiri arus listrik yang sama kuat. Induksi magnet di pusat kawat melingkar adalah ...

- a. nol
- b. mengarah ke luar bidang gambar
- c. mengarah ke dalam bidang gambar
- d. mengarah ke X
- e. mengarah ke Y

Instrumen Pengukuran Literasi Sainifik 3 Dimensi Aspek Penyelidikan Ilmiah Yang Telah divalidasi

Narasi

Tes DNA untuk identifikasi forensik dan korban kecelakaan

Author : Keni Vidilaseris

sumber referensi : <https://sainspop.com/blog/2021/01/14/tes-dna-untuk-identifikasi-forensik-dan-korban-kecelakaan/>

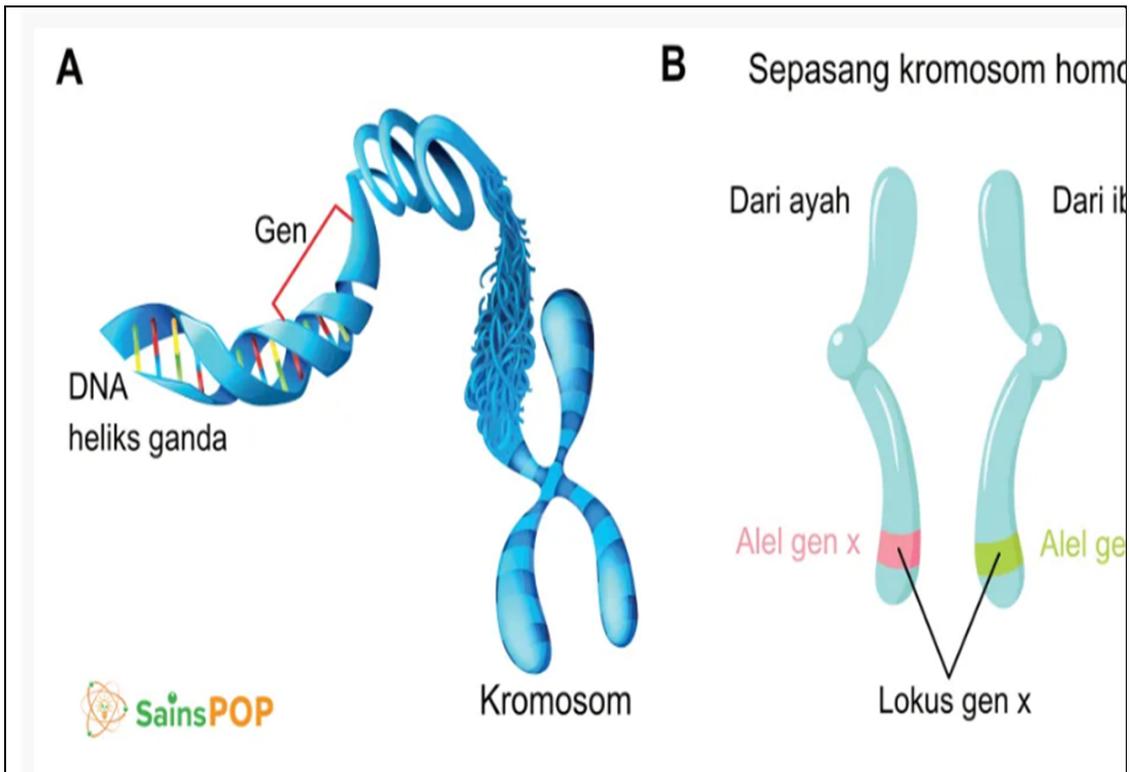
Baris 1

Mengidentifikasi korban kecelakaan pesawat seperti Sriwijaya Air [1] tentu cukup sulit karena kondisi jenazah kerap tidak utuh. Metode identifikasi jenazah korban kecelakaan dapat dibantu dengan menggunakan tes DNA forensik.

Baris 2

Kok DNA bisa dipakai untuk identifikasi korban?

DNA (Deoxyribonucleic Acid) adalah molekul panjang seperti benang yang ada di dalam sel dan menyimpan informasi biologis sel/makhluk hidup tersebut. Ibaratnya, DNA itu seperti buku manual untuk membuat makhluk hidup tertentu. Oleh karenanya, ketika berkembang biak, maka DNA makhluk hidup tersebut akan ikut diturunkan ke anak-anaknya. Di dalam sel makhluk hidup, keseluruhan informasi genetiknya (total DNA) disebut genom. Di dalamnya terdapat daerah yang mengkode protein (urutan DNA-nya disebut gen) dan ada juga yang tidak mengkode protein (non-coding DNA, kadang disebut junk DNA walaupun kurang tepat). Pada makhluk hidup tingkat tinggi, seperti manusia, DNA ini berpilin dan melilit pada protein histon membentuk struktur kompak yang disebut kromosom (Gambar 1).



Gambar 1. (A) Organisasi DNA pada kromosom. (B) Sepasang kromosom homolog (sama tapi tidak identik). Pada pasangan kromosom terdapat dua alel gen x dan lokasinya (lokus) pada kromosom.

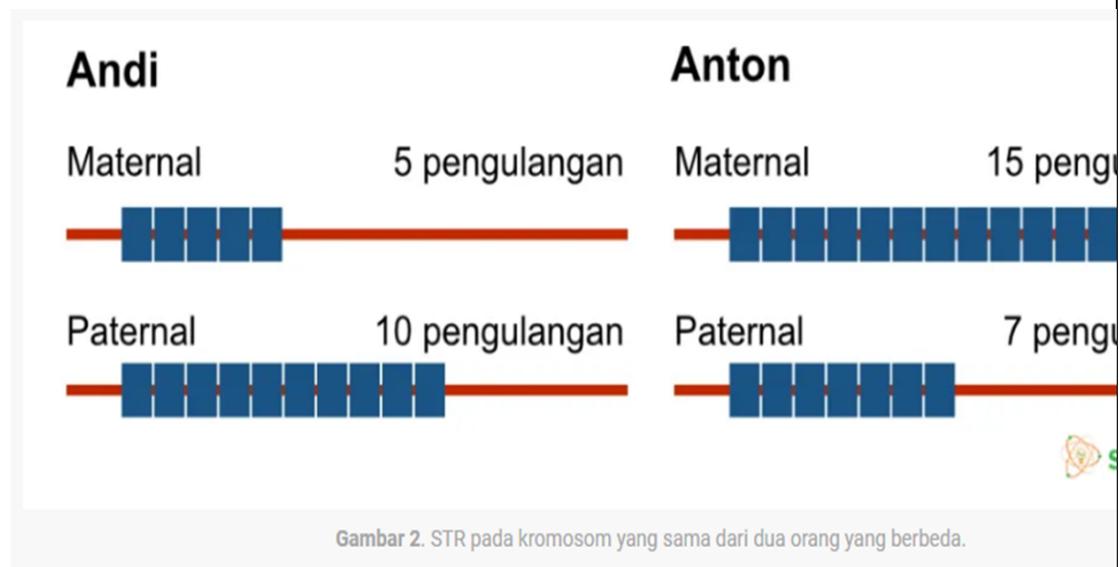
Baris 3

Kromosom biasanya memiliki bagian yang mengandung urutan DNA pendek (sekitar 2-5 pasang basa nukleotida) yang dapat dijadikan penanda (marker). Contoh urutan DNA pendek yaitu: GATA, GACA. Biasanya urutan DNA marker ini berulang berkali-kali membentuk pola khas dengan jumlah perulangan berbeda pada tiap orang. Pola-pola khas ini, disebut sebagai short-tandem repeat (STR). Contohnya urutan DNA “GATAGATAGATAGATA” adalah pengulangan empat kali dari urutan DNA “GATA”.

Baris 4

Pada kromosom, tiap orang dapat memiliki dua kopi (alel) marker, satu diturunkan dari ibunya dan satu lagi dari bapaknya. Oleh karena itulah, genom suatu makhluk hidup akan memiliki kemiripan yang lebih besar dengan orang tua, kerabat, dan anaknya sendiri daripada dengan orang lain. Contohnya dapat dilihat pada Gambar 2. Pada contoh ini, Andi memiliki marker STR sebanyak 5 kali pengulangan dari ibu

dan 10 kali pengulangan dari ayah. Sedangkan Anton memiliki marker STR tertentu sebanyak 15 pengulangan dari Ibu dan 7 pengulangan dari ayah.



Baris 5

Karena tiap orang memiliki pola khas, STR dapat dipakai oleh ahli forensik untuk melakukan investigasi kriminal maupun mencari kecocokan kekerabatan pada korban. Ibaratnya, profil DNA ini adalah sidik jari, tapi dalam bentuk DNA dan berada di dalam sel. Oleh karenanya, selain berbeda pada tiap orang, “sidik jari” juga tidak bisa diubah dan direkayasa. Oleh karena itu, pada peristiwa kecelakaan pesawat Sriwijaya Air kemarin, ketika tim SAR menemukan tubuh korban yang tidak teridentifikasi, tes DNA dapat digunakan untuk mencocokkan urutan DNA korban dengan keluarga korban potensial.

Baris 6

Kenapa tes DNA?

Metode tes DNA menjadi pilihan utama yang biasa digunakan karena, selain keakuratannya, cara ini membutuhkan jumlah sampel yang sangat sedikit dan dapat diambil dari bagian tubuh manapun; bahkan ketika bagian tubuh tersebut sudah terdekomposisi [2]. Metode pengerjaannya juga mudah dan analisisnya sudah terstandarisasi serta teroptimasi. Pada kasus kecelakaan pesawat terbang, metode ini juga telah digunakan untuk mengidentifikasi korban kecelakaan pesawat Malaysia Airlines (MH17) pada tahun 2014 lalu [2].

Baris 7

Caranya bagaimana?

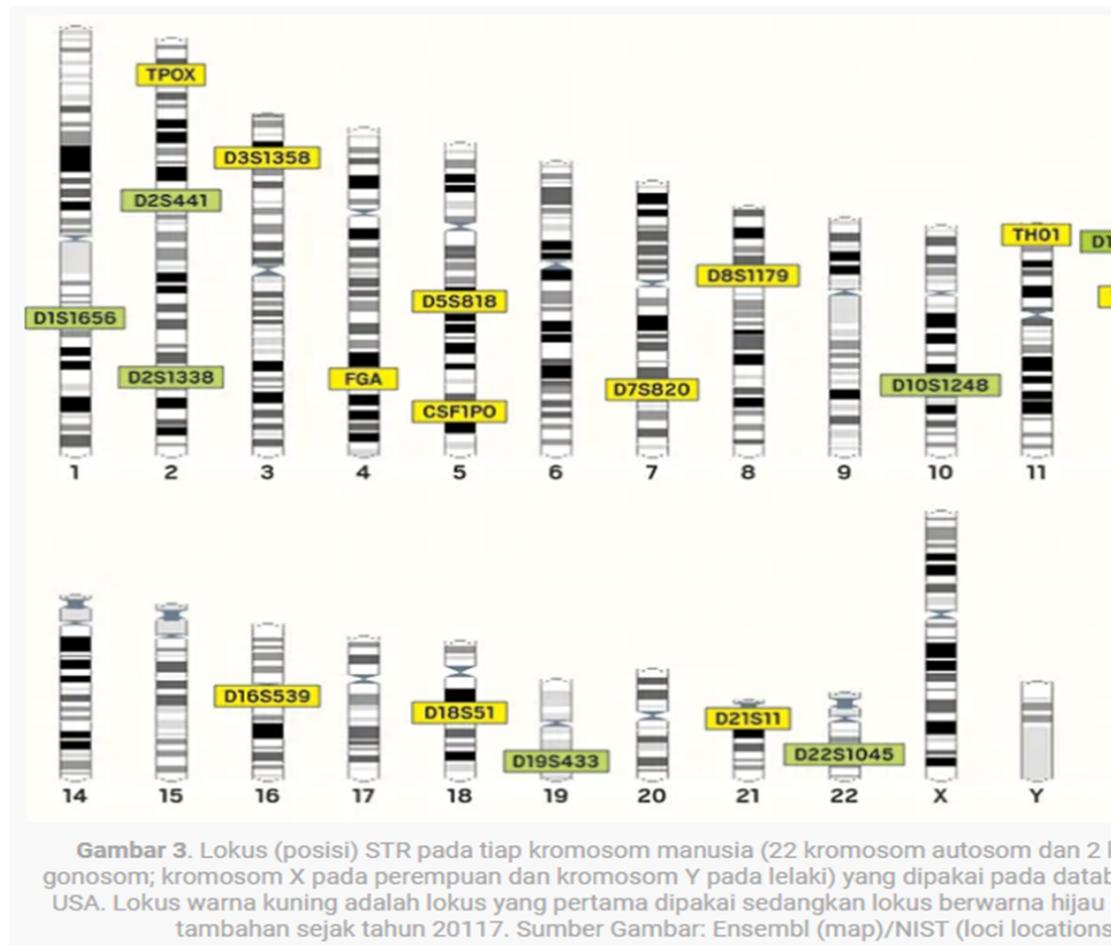
Sampel yang digunakan untuk menentukan profil DNA dapat berupa darah, cairan semen, air liur, urin, feses, rambut, gigi, tulang, organ tubuh dan juga sel tubuh [2]. Jenisnya biasanya tergantung kebutuhan dan ketersediaan. Agar diperoleh hasil yang akurat, ada dua hal mengenai sampel yang harus diperhatikan. Pertama, sampel dari tubuh korban yang telah meninggal harus benar-benar tidak terkontaminasi oleh DNA pengotor (DNA yang bukan milik korban). Kedua, perlu sampel referensi sebagai pembanding, bisa dari tubuh korban sebelum meninggal (jika ada) atau dari keluarganya. Baik sampel dari korban sebelum meninggal maupun dari keluarga terdekatnya, semua harus juga bebas dari kontaminasi DNA pengotor [2]. Setelah sampel diperoleh, tim forensik kemudian mengisolasi DNA dari sel sampel dan menghitung jumlahnya. (Ingin tahu cara mudah mengisolasi DNA, cek link ini). Kemudian, mereka memperbanyak kandungan DNA yang telah diisolasi menggunakan PCR (Polymerase Chain Reaction), dan memisahkan DNA hasil perbanyakan tersebut menggunakan elektroforesis kapiler. Dengan menggunakan metode ini, fragmen DNA pendek akan bergerak lebih cepat dibandingkan dengan fragmen DNA panjang [3]. Setelah pemisahan DNA, proses selanjutnya adalah analisis dan interpretasi hasil. Prosesnya dapat dilakukan secara kuantitatif dan juga kualitatif dengan membandingkan DNA sampel dengan DNA referensi yang telah diketahui profilnya.

Baris 8

Bagaimana data dianalisis dan diinterpretasikan?

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, kromosom biasanya memiliki bagian yang mengandung urutan DNA pendek (sekitar 2-5 pasang basa nukleotida) yang dapat dijadikan penanda (marker) yang berbeda pada tiap orang. Masing-masing orang memiliki dua kopi (untuk setiap markernya), satu diturunkan dari ibu dan satu dari ayahnya. Di Amerika Serikat, FBI memiliki sistem database profil DNA yang terdiri dari kelompok STR pada tiap alel dalam lokus (posisi) tertentu pada kromosom. Database ini merupakan bagian dari CODIS (Combined DNA Index System). Awalnya, profil DNA yang dimasukkan hanya mengandung 13 lokus STR. Kemudian,

pada tahun 2017, terdapat penambahan profil DNA menjadi 20 lokus STR (Gambar 3) [4].



Baris 9

Untuk lebih jelas, mari kita ambil contoh satu lokus STR, yaitu lokus D7S280 yang berada pada kromosom 7 manusia (Gambar 3). Lokus ini memiliki urutan DNA seperti pada Gambar 4 yang memiliki 15 kali pengulangan urutan "gata". Biasanya, jumlah pengulangan pada lokus ini antara 5 sampai 16 pengulangan, tergantung orangnya.

```

1 aatTTTTgta ttttttttag agacgggggtt tcaccatggt ggtcaggctg
61 tattttaagg ttaatatata taaagggtat gatagaacac ttgtcatagt
121 ctaacgatag atagatagat agatagatag atagatagat agatagatag
181 tgatagtttt tttttatctc actaaatagt ctatagtaaa catttaatta
241 gtgcaattct gtcaatgagg ataaatgtgg aatcgttata attcttaaga
301 cctctgagtt ttgatacct cagattttaa ggcc

```

Gambar 4. Urutan DNA pada lokus D7S280. Urutan DNA berwarna merah adalah STR dengan "gata".

Baris 10

Profil DNA yang kita lihat berdasarkan hasil elektroforesis kapiler dapat dilihat pada Gambar 5. Gambar 5 memperlihatkan profil DNA hasil elektroforesis yang menunjukkan pemisahan 5 marker STR [5]. Posisi puncak pada kromatogram menunjukkan jumlah pengulangan dari marker pada dua alel dalam kromosom. Contohnya untuk STR lokus D7S280, alel satu memiliki 11 pengulangan dari orang tua yang satu dan alel satunya lagi memiliki 13 pengulangan dari orang tua satunya lagi.

Baris 11

Contoh kasus

Telah terjadi pembunuhan di suatu tempat. Di TKP, polisi menemukan bercak darah yang diduga berasal dari pelaku. Hasil analisis lebih lanjut, polisi menemukan dua tersangka potensial yaitu Anton dan Budi. Kemudian tim forensik melakukan tes DNA pada bercak darah yang ada di TKP dan membandingkannya dengan profil DNA Anton dan Budi. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 1. Dari hasil analisis DNA pada tabel 1, dapat kita lihat jika sampel darah yang ditemukan polisi di TKP memiliki kesamaan profil STR dengan profil DNA Budi. Sedangkan dengan Anton, profil DNA-nya berbeda jauh. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa Budi lah pelaku pembunuhan tersebut.

Tabel 1. Profil DNA pada contoh kasus pembunuhan.

Lokasi STR	Profil DNA pada sampel darah	Profil DNA Anton	Profil DNA Budi
D3S1358	14, 17	17, 17	14, 17
vWA	15, 16	18, 19	15, 16
FGA	23, 27	21, 23	23, 27
D8S1179	12, 13	14, 15	12, 13
D21S11	28, 30	27, 30	28, 30
D18S51	12, 18	14, 18	12, 18
D5S818	13, 13	9, 12	13, 13
D13S317	12, 12	12, 12	12, 12
D7S820	10, 11	9, 10	10, 11
CSF1PO	8, 11	11, 12	8, 11
TPOX	7, 8	8, 8	7, 8
TH01	9.3, 9.3	6, 9.3	9.3, 9.3
D16S539	9, 13	11, 12	9, 13

Baris 12

Untuk kasus korban kecelakaan bagaimana?

Hal yang sama juga dapat dilakukan pada kasus kecelakaan, seperti pada korban kecelakaan pesawat Sriwijaya Air kemarin [1]. Caranya, sampel dari tubuh korban dianalisis profil DNANYa, kemudian dicocokkan dengan profil DNA orang tua atau anak-anaknya dan dilihat kemiripannya.

Referensi:

[1] C. A. Putri, "Fakta-fakta Terkini Kecelakaan Pesawat Sriwijaya Air SJ-182," news. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20210111093309-4-214920/fakta-fakta-terkini-kecelakaan-pesawat-sriwijaya-air-sj-182> (accessed Jan. 12, 2021).

[2] "DNA identification of human remains in Disaster Victim Identification (DVI): An efficient sampling method for muscle, bone, bone marrow and teeth," *Forensic Sci. Int.*, vol. 289, pp. 253–259, Aug. 2018, doi: 10.1016/j.forsciint.2018.05.044.

[3] "Thirty years of DNA forensics: How DNA has revolutionized criminal investigations," *Chemical & Engineering News*. <https://cen.acs.org/analytical-chemistry/Thirty-years-DNA-forensics-DNA/95/i37> (accessed Jan. 14, 2021).

[4] Robin.materese@nist.gov, "NIST Research Enables Enhanced DNA 'Fingerprints,'" NIST, Dec. 15, 2016. <https://www.nist.gov/news->

events/news/2016/12/nist-research-enables-enhanced-dna-fingerprints (accessed Jan. 13, 2021).

[5]“Cellular Fingerprint Electropherogram,” NIST. <https://www.nist.gov/image/cellularfingerprintjpg> (accessed Jan. 14, 2021).

Butir Tes

1. Genom adalah seluruh DNA yang terdapat pada tubuh manusia. DNA tersimpan pada kromosom yang terdapat dalam tubuh manusia bisa menjadi sumber identifikasi pada korban kecelakaan. Berikut ini pernyataan yang *tepat* terkait korelasi DNA sebagai sumber identifikasi korban kecelakaan?
 - a. DNA merupakan kunci pewarisan sifat manusia yang diturunkan dari induk (ayah dan ibu) kepada anaknya yang tidak selalu dapat menjadi sumber identifikasi korban kecelakaan
 - b. DNA memiliki sifat untuk dapat diwariskan melalui sistem hereditas manusia, sehingga setiap anak dari induk (ayah dan ibu) memiliki pola khas STR yang menjadi kunci kecocokan identifikasi korban kecelakaan dengan kerabat dekatnya.
 - c. Kromosom dengan alel yang berbeda yang menjadi sumber penelusuran DNA yang menjadi kunci identifikasi korban kecelakaan
 - d. DNA dalam kromosom tidak mengkode protein yang sesuai dengan gen sehingga dapat menjadi kunci identifikasi korban kecelakaan
 - e. DNA dalam kromosom dapat mengkode protein yang sama dengan replikasi gen induk pada identifikasi korban kecelakaan
2. Pada Gambar 2 terlihat STR kromosom yang sama dari dua orang yang berbeda, Andi dan Anton. Andi memiliki marker STR sebanyak 5 kali pengulangan dari ibu dan 10 kali pengulangan dari ayah. Sedangkan Anton memiliki marker STR tertentu sebanyak 15 pengulangan dari Ibu dan 7 pengulangan dari ayah. STR digunakan oleh ahli forensic untuk mencari kecocokan kekerabatan pada korban kecelakaan. STR merupakan pola khas yang dibentuk oleh DNA marker. Jika DNA marker ibu tersusun dari GATA, dan DNA marker ayah tersusun dari GACA. Anton adalah salah

satu korban kecelakaan pesawat maka identifikasi STR yang dimiliki oleh Anton terbaca melalui...

- a. 15 kali pengulangan GACA dan 7 kali pengulangan GATA
- b. 15 kali pengulangan GATA dan 7 kali pengulangan GATA
- c. 15 kali pengulangan GATA dan 7 kali pengulangan GACA
- d. 15 kali pengulangan GACA dan 7 kali pengulangan GACA
- e. 15 kali pengulangan GACA dan 7 kali pengulangan GAGA

3. Proses identifikasi DNA korban kecelakaan yang memasuki tahap analisis dan interpretasi, dapat menjawab “teka-teki” pemilik DNA sebenarnya didapatkan melalui..
- a. Elektroforesis satu lokus yang memiliki kecenderungan marker yang sesuai dengan sampel referensi
 - b. Elektroforesis satu lokus STR dengan pengulangan marker STR yang sama
 - c. Elektroforesis marker STR pada beberapa lokus yang sesuai dengan sampel referensi
 - d. Elektroforesis marker STR pada dua alel kromosom yang memiliki pengulangan marker yang sesuai dengan sampel referensi
 - e. Elektroforesis marker STR pada beberapa lokus yang tidak sesuai dengan sampel referensi

4. Proses identifikasi DNA dilakukan dalam skala laboratorium. Terdapat beberapa langkah identifikasi. Salah satu langkah yang ditempuh dalam proses identifikasi adalah proses elektroforesis kapiler dari DNA yang disolasi dan diperbanyak melalui PCR. Dari hasil proses elektroforesis, langkah apa yang selanjutnya dilakukan?
- a. Analisa dan interpretasi DNA dari pemisahan sampel tanpa kontaminasi DNA pengotor
 - b. Analisa dan interpretasi DNA dari isolasi dari jumlah sel tertentu
 - c. Analisa dan interpretasi DNA referensi menggunakan *Polymerase Chain Reaction*

- d. Analisa dan intrepetasi hasil pemisahan DNA melalui perbandingan DNA sampel dan DNA referensi yang telah diketahui profilnya
- e. Analisa dan interpretasi DNA referensi menggunakan kecocokan protein dalam sampel

5. Telah terjadi kecelakaan bus pariwisata yang menewaskan 4 korban meninggal dunia dan tidak dapat diidentifikasi. Salah satu korban diduga anak dari Pak Frans yang bernama Celine. Polisi kemudian melakukan olah TKP dan tim forensic melakukan pengambilan sampel pada korban dan keluarga korban. Kemudian tim forensic melakukan tes DNA dari sampel korban yang dibandingkan dengan sampel DNA pak Frans. Hasilnya seperti yang terlihat pada tabel berikut:

Lokasi STR	Profil DNA Korban PP	Profil DNA Korban QQ	Profil DNA Korban RR	Profil DNA Korban SS	Profil DNA Pak Frans
D3S1358	14, 17	17, 17	17, 17	23, 27	17, 17
vWA	15, 16	18, 19	18, 17	12, 13	18, 19
FGA	23, 27	21, 23	14,52	28, 30	21, 23
D8S1179	12, 13	14, 15	8,07	12, 18	14, 15
D21S11	28, 30	27, 30.2	7,56	13, 13	27, 30.2
D18S51	12, 18	14, 18	9,02	14,52	14, 18
D5S818	13, 13	9, 12	14, 15	8,07	9, 12
D13S317	12, 12	12, 12	27, 30.2	7,56	12, 12
D7S820	10, 11	9, 10	14, 18	9,02	9, 10
CSF1PO	8, 11	11, 12	9, 12	14, 15	11, 12
TPOX	7, 8	8, 8	12, 12	27, 30.2	8, 8
THO1	9.3, 9.3	6, 9.3	9, 10	14, 18	6, 9.3
D16S539	9, 13	11, 12	11, 12	9, 12	11, 12

Berdasarkan data tabel diatas, Celine anak Pak Frans yang menjadi salah satu korban meninggal dunia dalam kecelakaan bus pariwisata adalah..

- a. Korban dengan profil DNA sampel PP
- b. Korban dengan profil DNA sampel QQ

- c. Korban dengan profil DNA sampel RR
- d. Korban dengan profil DNA sampel SS
- e. Korban tidak memiliki kode profil DNA

5. Berdasarkan bacaan diatas, berikut ini kesimpulan yang tepat mengenai tes DNA...

- a. Tes DNA merupakan metode yang akurat, mudah, dengan analisis terstandarisasi dan teroptimasi untuk mengidentifikasi DNA sampel dengan pembanding DNA referensi yang diketahui unsur kekerabatannya.
- b. Tes DNA merupakan metode pengecekan DNA korban kecelakaan dengan proses yang rumit dan membutuhkan sampel tertentu
- c. Tes DNA merupakan metode uji sampel DNA untuk mencari perbedaan dari DNA korban dan DNA keluarga
- d. Tes DNA merupakan metode identifikasi DNA korban kecelakaan yang dibandingkan dengan DNA kekerabatan untuk mendapatkan DNA yang bervariasi dari hasil elektroforesis
- e. Tes DNA merupakan metode pengecekan DNA untuk mencari susunan genetic protein korban kecelakaan.

Instrumen Pengukuran Literasi Saintifik 3 Dimensi Aspek Pengetahuan Hakikat Sains Yang Telah divalidasi

Narasi

Mengapa Hingga Saat Ini Ilmuwan Belum Dapat Menentukan Asal Mula Virus Corona?

Oleh Erin Garcia de Jesús (Maret 2021)

(1)

Banyak peneliti setuju bahwa virus corona kemungkinan besar berasal dari alam, yaitu dari kelelawar. Meskipun demikian, teori konspirasi yang mengklaim bahwa virus tersebut berasal dari laboratorium muncul tidak lama setelah cetak biru genetik pertama untuk SARS-CoV-2 diluncurkan pada bulan Januari 2020. Dengan menggunakan cetak biru yang sangat genetik itu, banyak penelitian telah membantah hipotesis yang disebabkan oleh laboratorium dan terus berlanjut mengarah ke kelelawar sebagai sumber asli virus.

(2)

Namun lebih dari satu tahun menyelidiki, banyak pertanyaan masih tetap ada. Tidak jelas di mana kelelawar itu tinggal. Para peneliti juga tidak tahu apakah hewan lain bertanggung jawab untuk membantu virus berpindah dari kelelawar ke manusia. Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan ini dibutuhkan waktu bertahun-tahun. Virus sering melakukan perjalanan panjang saat mereka melompat dari satu media ke media lain, jadi melacak asal-usulnya memakan waktu. Dengan segudang versi virus corona yang beredar dalam tubuh kelelawar, menemukan jenis kelelawar yang membawa SARS-CoV-2 akan membutuhkan keberuntungan dan keterampilan.

(3)

Namun, mengidentifikasi sumber SARS-CoV-2 tetap penting, kata ahli virologi Chee Wan Tan dari Duke-NUS Medical School di Singapura. Mengetahui asal virus dapat membantu para peneliti dalam mencari cara untuk mengawasi virus serupa, dan semoga, mencegah wabah di masa mendatang.

(4)

Petunjuk penting

Dua jenis petunjuk penting untuk melacak virus kembali ke sumbernya yaitu materi genetik virus dan bukti infeksi masa lalu. Materi genetik, seperti DNA virus atau RNA, lebih banyak mengungkap dari keduanya. Saat virus menyebar di antara inang, virus bermutasi dengan cara yang unik (SN: 26/5/20). Dengan melacak perubahan yang diakumulasi virus, para ilmuwan dapat menyimpulkan bagaimana virus menyebar dari inang ke inang, dari hewan ke manusia. Semakin banyak cetak biru virus dari manusia dan hewan yang dimiliki para peneliti, semakin jelas gambarannya seperti halnya bagaimana mengetahui semua kakek nenek seseorang membantu melacak leluhur.

(5)

Analisis semacam itu mengarahkan para peneliti untuk menemukan kerabat terdekat virus korona SARS-CoV-2, yang disebut RaTG13, dalam kotoran kelelawar yang ditemukan pada 2013 di dekat sebuah gua di Yunnan, Cina (SN: 28/7/20). Baru-baru ini, para ilmuwan menemukan virus kelelawar yang dikumpulkan pada tahun 2020 dari wilayah yang sama yang lebih dekat hubungannya dengan virus korona manusia daripada RaTG13 di beberapa gen.

(6)

Bukti infeksi yang telah sembuh juga dapat membantu peneliti menelusuri kembali langkah-langkah virus. Tanda-tanda itu biasanya berasal dari antibodi, protein yang ditinggalkan sistem kekebalan setelah menghilangkan virus dari tubuh. Menemukan antibodi yang mengenali SARS-CoV-2 memberi tahu para peneliti bahwa seseorang atau hewan telah terinfeksi sebelumnya, dan peneliti dapat menggunakan informasi itu bersama dengan pelacakan kontak untuk mengungkap hari-hari awal patogen (SN: 28/4/20).

(7)

Tetapi beberapa orang dengan COVID-19, penyakit yang disebabkan oleh virus corona, tidak pernah menunjukkan gejala. Itu membuat virus lebih sulit dilacak, karena orang-orang itu mungkin tidak pernah tahu bahwa mereka terinfeksi, kata Jonna Mazet, seorang ahli epidemiologi di Universitas California, Davis dan direktur Institut Kesehatan Satu universitas. Jika protein kekebalan berkurang di dalam darah, bukti infeksi itu perlahan bisa hilang.

(8)

Materi genetik virus dan tanda antibodi pada orang yang terinfeksi COVID-19 sangat penting untuk melacak asal-usul SARS-CoV-2. Namun, sejauh ini tidak ada catatan yang jelas tentang kasus manusia pertama. Dunia mengetahui tentang COVID-19 setelah sekelompok kasus di Pasar Makanan Laut Hunan di Wuhan, Cina. Tetapi pada waktu yang sama, laporan mengungkapkan kasus yang tidak terkait dengan pasar di Wuhan mulai pertengahan Desember 2019. Hal ini memberi petunjuk bahwa virus mungkin telah mendapatkan media di tempat lain.

(9)

Beberapa tim peneliti telah bekerja untuk melacak virus dan asal-usulnya selama berbulan-bulan dan pada bulan Januari 2021, Organisasi Kesehatan Dunia mengirim tim ke China untuk mencari petunjuk dari mana asalnya. Meskipun kunjungan tersebut tidak menjawab pertanyaan utama tentang awal pandemi, tim menyimpulkan bahwa virus itu tidak mungkin bocor dari laboratorium; bahkan mungkin datang dari luar China, kata para ilmuwan.

(10)

Analisis virus yang ditemukan pada sampel dari manusia dibandingkan dengan bahan virus dari hewan lain menunjukkan bahwa virus korona yang mirip dengan SARS-CoV-2 juga beredar pada kelelawar dan trenggiling di Thailand, ahli virologi Tan dan

rekannya melaporkan 9 Februari 2020 di Nature Communications. Sebuah studi pendahuluan terpisah yang diposting 26 Januari di bioRxiv.org menemukan virus korona terkait pada kelelawar dari Kamboja. Temuan ini mendukung penelitian tahun lalu yang menemukan bahwa novel coronavirus memiliki beberapa fitur yang hanya dapat berasal dari virus yang beredar pada hewan. Hal ini membuat hipotesis yang berasal dari laboratorium menjadi lebih kecil kemungkinannya (SN: 26/3/20).

(11)

Melacak virus membutuhkan waktu . Meskipun para ahli telah meneliti sumber SARS-CoV-2 sejak wabah dimulai, namun salah satu tantangan terbesar adalah waktu, kata Mazet. Dijelaskan lebih lanjut oleh Mazet bahwa Sangat sulit merunut kembali peristiwa transmisi penularan virus yang telah terjadi lebih dari satu tahun. Namun demikian adalah sangat memungkinkan untuk mengumpulkan bukti yang mengarah ke arah yang benar.

(12)

Itulah yang terjadi dengan wabah SARS pertama pada tahun 2003. Virus mulai menyebar secara luas pada bulan Februari, tetapi kasus pertama muncul pada akhir tahun 2002 pada orang-orang yang melakukan kontak dengan satwa liar, sebuah petunjuk bahwa virus tersebut berasal dari hewan. Pada Oktober 2003, setelah wabah terparah berakhir, para peneliti melaporkan petunjuk lain: beberapa musang sawit liar yang dijual di pasar hewan hidup telah terinfeksi.

(13)

Belakangan diketahui bahwa musang sawit liar (*Paguma larvata*) tidak membawa virus di alam. Hanya hewan yang dijual di pasar yang terinfeksi , artinya hewan tersebut mungkin bukan inang alami dari virus tersebut. Para peneliti akhirnya menunjuk kelelawar tapal kuda (*Rhinolophus*) sebagai sumber potensial. Pekerjaan detektif genetik mengungkapkan bahwa musang kemungkinan besar tertular virus dari kelelawar dan kemudian menularkannya ke orang yang menangani musang.

(14)

Meskipun demikian, pencarian (apa?) terus berlanjut. Pada tahun 2017, analisis genetik mengungkapkan beberapa virus korona kelelawar membawa bit RNA yang merupakan virus korona SARS asli yang memicu wabah tahun 2003 dan dapat bergabung kembali untuk membentuk virus serupa (SN: 30/11/17). Penelitian berjalan lambat dan memakan waktu. Pencarian asal-usul SARS-CoV-2 yang baru muncul mengikuti format yang

sama. Saat ini, setidaknya, para peneliti sudah mengetahui bahwa kelelawar mengandung virus korona mirip SARS.

(15)

Kotak hitam alam

Menganggap kelelawar sebagai tersangka utama tidak cukup untuk melacak asal-usul virus. Ada informasi penting tentang biologi dan ekologi kelelawar yang belum dimiliki para peneliti, yang membuatnya lebih sulit untuk mengetahui bagaimana manusia tertular SARS-CoV-2. Para peneliti tidak sepenuhnya memahami bagaimana kelelawar berinteraksi dengan virus yang mereka bawa dan oleh karena itu bagaimana mereka dapat menularkan virus ke hewan lain. Sebagian besar (apa?) juga tidak diketahui bagaimana lingkungan tempat tinggal kelelawar dapat membuat mereka lebih mungkin menularkan virus ke hewan lain.

(16)

Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana virus kelelawar dapat memicu pandemi, para peneliti perlu mempelajari bagaimana virus tersebut dapat bermula di habitat alami, kata Raina Plowright, ahli ekologi penyakit di Montana State University di Bozeman. “Ada banyak faktor pendorong yang perlu kita pikirkan, apa yang membawa manusia ke dalam kondisi terinfeksi dan apa yang mendorong mikroorganisme patogen beredar di kelelawar?” Demikian penjelasan lebih lanjut oleh Raina Plowright.

(17)

Pencarian virus hewan yang memicu wabah pada spesies lain dapat diibaratkan seperti berburu batang tertentu di tumpukan jerami, kata Colin Parrish, ahli virus di Cornell University. Kelelawar membawa banyak virus (Covid-19, SARS, MERS dll). Jadi peneliti harus mencari di lokasi geografis yang tepat untuk menemukan identifikasi virus yang mirip dengan SARS-CoV-2, dan yang mempersulit pencarian, virus mungkin ada di sana pada satu musim dan menghilang pada musim berikutnya, jadi pengaturan waktu itu penting. “Mungkin ini waktu yang salah,” kata Parrish.

(18)

Tidak jelas mengapa virus datang dan pergi, kata Plough. Penelitian telah menunjukkan bahwa kelelawar yang stres lebih mungkin menyebarkan virus ke lingkungan, seperti orang yang stres yang terkena luka akibat virus herpes. Jadi salah satu kemungkinannya adalah kelelawar yang terus-menerus terinfeksi dapat menular karena penyebab stres

seperti hilangnya habitat, dan kemudian berhenti menyebarkan virus saat ancumannya hilang.

(19)

Kemungkinan lain adalah bahwa virus korona menyapu populasi kelelawar seperti yang dilakukan campak pada manusia: periode penularan yang singkat dengan penularan yang cepat. Dalam skenario itu, virus pada kelelawar dapat membakar suatu populasi sampai semua hewan pulih, kemudian berpindah ke kelompok kelelawar berikutnya.

(20)

Sulit untuk mengetahui skenario mana yang terjadi di alam. Melakukan hal itu membutuhkan banyak data tentang kesehatan dan status kekebalan kelelawar serta kondisi lingkungan. Kemungkinan ditemukan beberapa virus yang berbeda dari suatu jenis kelelawar.

(21)

Yang jelas adalah bahwa data yang dikumpulkan tentang pengaruh manusia terhadap lingkungan, dan hewan yang hidup di sana, dapat membantu pejabat membuat keputusan yang melindungi publik dari wabah di masa mendatang, Plowright dan rekannya menulis 5 Maret di Lancet Planetary Health. Menebang petak hutan yang lebat untuk memberi ruang bagi pertanian atau membangun jalan dapat membuat orang lebih dekat dengan hewan stres yang terinfeksi virus. Mengetahui kapan kelelawar lebih mungkin melepaskan virus dapat membantu mengurangi risiko penularan.

(22)

Mungkin juga membantu memberi jawaban tentang asal mula novel coronavirus. "Saya tidak berpikir kita akan pernah bisa mengatakan dengan keyakinan 100 persen apa yang terjadi [dengan SARS-CoV-2] karena satu tahun telah berlalu," kata Mazet. Namun, dia menambahkan, kita mungkin bisa mendapatkan jawaban di mana "kita semua cukup yakin".

Butir Tes

1. Berdasarkan bacaan tersebut, manakah pilihan berikut yang merupakan sebuah fakta?

- a. Manusia tertular Covid19 dari kelelawar
- b. Virus RaTG13 dalam kotoran kelelawar ditemukan para ilmuwan pada 2013

- c. Covid19 berasal dari luar Wuhan, China
- d. Tidak mungkin covid19 berasal dari laboratorium yang bocor
- e. Ada hewan lain yang bertanggung jawab untuk membantu virus berpindah dari kelelawar ke manusia

2. Dunia Internasional mengetahui tentang COVID-19 setelah sekelompok kasus orang yang mengalami gejala batuk dan demam di Pasar Makanan Laut Hunan di Wuhan, Cina . Apakah dengan demikian bisa disimpulkan bila COVID-19 berasal dari Pasar tersebut?

- a. Bisa karena dalam pasar tersebut terdapat daging kelelawar yang dikonsumsi oleh orang di Wuhan
- b.** Menurut Erin Garcia de Jesús (Maret, 2021) untuk mengetahui sumber virus harus terlebih dahulu mengetahui materi genetik virus dan bukti infeksi masa lalu
- c. Bisa karena terbukti COVID-19 memiliki beberapa fitur yang hanya dapat berasal dari virus yang beredar pada hewan,
- d. Belum bisa dipastikan karena para peneliti belum sepenuhnya memahami bagaimana kelelawar berinteraksi dengan virus yang mereka bawa dan demikian juga bagaimana mereka dapat menularkan virus ke hewan lain
- e. Bisa karena setelah berkunjung ke China, Tim WHO menyimpulkan bahwa virus itu tidak mungkin bocor dari laboratorium

3. Pada paragraph ke 17 dan 18 dijelaskan bahwa virus mungkin ada di suatu tempat pada satu musim dan menghilang pada musim berikutnya. Tidak jelas mengapa virus datang dan pergi, kata Plough. Di bawah ini adalah kemungkinan penjelasan seorang ilmuwan terkait fenomena tersebut :

- a. Kelelawar yang stres lebih mungkin menyebarkan virus ke lingkungan, seperti orang yang stres yang terkena luka akibat virus herpes
- b. Kelelawar yang terus-menerus terinfeksi dapat menular karena mengalami stres seperti halnya hilangnya habitat, dan kemudian berhenti menyebarkan virus saat ancamannya hilang
- c. Virus mungkin ada di suatu tempat pada satu musim dan menghilang pada musim berikutnya
- d. Mengetahui kapan kelelawar melepaskan virus dapat membantu mengurangi risiko penularan.

e. Menebang hutan lebat untuk pertanian atau membangun jalan dapat membuat orang lebih dekat dengan hewan yang terinfeksi virus

4. Pada bacaan paragraph ke 18 menjelaskan bahwa Penelitian telah menunjukkan bahwa kelelawar yang stres lebih mungkin menyebarkan virus ke lingkungan, seperti orang yang stres yang terkena luka akibat virus herpes. Dari informasi tersebut berikut adalah kebijakan yang sebaiknya dilakukan oleh para pejabat untuk melindungi warganya dari infeksi virus dimasa depan

- a. Menebang hutan dan menjadikanya lahan pertanian
- b. Menebang hutan dan menjadikanya tempat hunian baru
- c. Membuat sistem perumahan yang menjaga social distancing
- d. Memusnahkan kelelawar
- e. Melindungi hutan dan menambah hutan kota

5. Banyak peneliti setuju bahwa virus kemungkinan besar berasal dari alam dan kemungkinan besar berasal dari kelelawar. Meskipun demikian, teori konspirasi yang mengklaim bahwa virus tersebut berasal dari laboratorium muncul tidak lama setelah cetak biru genetik pertama untuk SARS-CoV-2 diluncurkan pada Januari 2020. Bagaimana pandangan Anda terhadap dua penjelasan yang berbeda tentang munculnya virus corona ?

- a. Saat ini teori yang mengatakan berasal dari kelelawar sudah terbukti benar
- b. Saat ini teori yang mengatakan berasal dari kebocoran laboratorium sudah terbukti benar
- c. Kedua teori tersebut semua benar
- d. Teori yang mengatakan bahwa virus berasal dari kelelawar mempunyai bukti yang mendukung
- e. Saat ini teori yang mengatakan virus berasal dari laboratorium cenderung lebih mempunyai bukti empirik yang mendukung

6. Pada saat wabah SARS pertama tahun 2003, virus mulai menyebar secara luas pada pada orang-orang yang melakukan kontak dengan satwa liar, sebuah petunjuk bahwa virus tersebut berasal dari hewan. Pada Oktober 2003, setelah wabah terparah berakhir, para peneliti melaporkan bahwa beberapa musang sawit liar yang dijual di pasar hewan hidup telah terinfeksi.

Setelah itu diketahui bahwa musang sawit liar tidak membawa virus di alam. Hanya hewan yang dijual di pasar yang terinfeksi, artinya hewan tersebut mungkin bukan inang alami dari virus tersebut. Para peneliti akhirnya menunjuk kelelawar tapal kuda (*Rhinolophus*) sebagai sumber potensial. Pekerjaan melacak genetik mengungkapkan bahwa musang kemungkinan besar tertular virus dari kelelawar dan kemudian menularkannya ke orang yang berhubungan dengan musang.

Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa musang sawit liar adalah inang alami dari virus SARS, Bagaimana menurut anda?

- a. Kesimpulan tersebut akurat
- b. Kesimpulan tersebut masuk akal
- c. Kesimpulan tersebut ilmiah
- d. Kesimpulan tersebut berdasarkan fakta
- e. Kesimpulan tersebut tidak akurat

7. Sejumlah orang yang telah mengikuti vaksinasi, terpapar covid19. Bagaimana menurut pandangan Anda?

- a. Hasil penelitian sains masih mempunyai taraf kesalahan
- b. Hasil penelitian sains belum tentu benar
- c. Ada prosedur yang tidak benar dalam riset yang menghasilkan vaksin tersebut
- d. Vaksin tersebut masih dalam taraf uji coba
- e. Ada pengaruh genetik terhadap keefektifan vaksin

8. Di bawah ini, fakta yang benar tentang COVID19 adalah ..

- a. Pandemi Covid19 disebabkan karena akhlak manusia yang sudah merosot
- b. Pandemi Covid19 merupakan ujian dari Tuhan YME
- c. Dunia sudah beberapa kali mengalami pandemi
- d. Hanya dengan berdoa, pandemi covid19 dapat diatasi
- e. Covid19 menyerang manusia yang tidak memiliki iman

Luaran wajib dalam tahun kedua adalah Instrumen Tes Literasi saintifik 3 Dimensi (Tes Lisa 3D) yang terdiri dari aspek aspek : Penalaran Ilmiah, penyelidikan ilmiah dan pengetahuan hakikat sains. Instrumen Tes Literasi saintifik 3 Dimensi (Tes Lisa 3D) aspek Penalaran Ilmiah Siswa SMA Program MIPA telah di catat dalam surat pencatatan ciptaan Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia nomor EC00202255122 dengan tanggal permohonan 19 Agustus 2022 atas nama Purwo susongko, Mobinta

Kusuma, Yuni Arfiani dan sentra HKI Universitas Pancasakti Tegal . Instrumen Tes Literasi saintifik 3 Dimensi (Tes Lisa 3D) aspek penyelidikan Ilmiah Siswa SMA Program MIPA telah di catat dalam surat pencatatan ciptaan Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia nomor EC00202255133 dengan tanggal permohonan 19 Agustus 2022 atas nama Purwo susongko, Mobinta Kusuma, Yuni Arfiani dan sentra HKI Universitas Pancasakti Tegal . Instrumen Tes Literasi saintifik 3 Dimensi (Tes Lisa 3D) aspek Pengetahuan Hakikat Sains Siswa SMA Program MIPA telah di catat dalam surat pencatatan ciptaan Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia nomor EC00202255131 dengan tanggal permohonan 19 Agustus 2022 atas nama Purwo susongko, Mobinta Kusuma, Yuni Arfiani dan sentra HKI Universitas Pancasakti Tegal.

Berkaitan dengan Sistem yang dikembangkan dalam tes ini yaitu Lisatest.id perlu untuk dilindungi hak ciptanya. Berkaitan tersebut peneliti sedang berusaha agar sistem tes literasi saintifik 3 Dimensi yang diselenggarakan secara digital tersebut dapat mempunyai hak paten. Terkait dengan hal tersebut peneliti sedang dalam menyusun draft pengusulan paten untuk sistem digital yang digunakan dalam tes literasi saintifik 3 Dimensi tersebut .

Luaran tambahan pada Tahun kedua adalah adalah artikel yang terbit dalam prosiding terindex scopus dan artikel yang terbut dalam jurnal terakreditasi (minimal sinta 3). Artikel dengan judul : *3-Dimensional Scientific Literacy Assessment Framework for Senior High School Science Program Students* telah dipresentasikan dengan baik pada tanggal 6 November 2021 pada International conference of Science Education ke 3 di Universitas negeri Yogyakarta dengan nomor artikel 296 dan telah publish pada tanggal 30 desember 2022 pada laman <https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/5.0113936> . Sedangkan artikel dalam jurnal terakreditasi sinta 3 , 1 artikel telah di review pada Jurnal Thabiea (Sinta 2) .

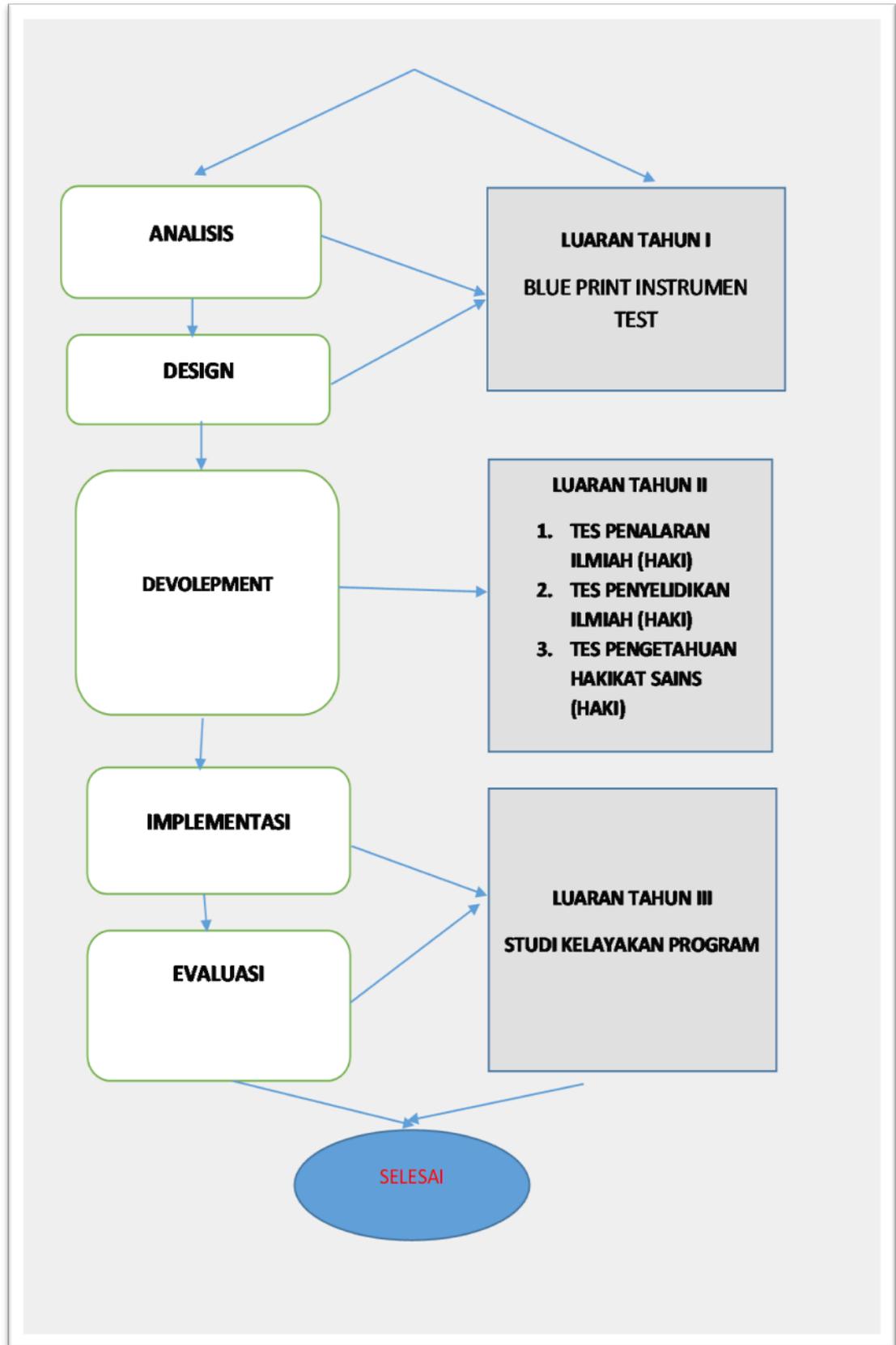
Mitra penelitian yaitu SMAN 2 dan SMAN 3 Kota Tegal selama ini telah mendukung pelaksanaan penelitian. Hal ini dibuktikan dengan komitmen mereka memberikan fasilitas baik material maupun non material untuk mendukung penelitian yang sedang dilakukan. Demikian juga Komitmen mereka dalam mengimplementasikan hasil penelitian yang akan dihasilkan. Hal tersebut dituangkan dalam surat perjanjian kerjasama LPPM UPS Tegal dan setiap sekolah tersebut. Dukungan yang bersifat in-Kind telah dilaksanakan sekolah dengan memberikan semua fasilitas sekolah untuk kegiatan

penelitian. Fasilitas tersebut diantaranya adalah laboratorium komputer untuk pelaksanaan uji coba tes , penggunaan ruang kelas untuk koordinasi pelaksanaan tes, fasilitas Wifi selama penyelenggaraan uji coba tes serta ruang rapat di sekolah untuk berbagai koordinasi. Dukungan yang bersifat in Cash juga dilakukan oleh sekolah mitra dengan memberikan bantuan dana penelitian masing masing sebesar dua juta rupiah.

Kepala Sekolah maupun guru aktif dalam mengikuti FGD di awal penelitian maupun dalam kegiatan pengambilan data dan beberapa kegiatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Beberapa guru dilibatkan dalam pengawasan pelaksanaan uji coba tes . Beberapa guru juga dilibatkan oleh peneliti sebagai reviewer instrumen yang disusun dalam penelitian ini.

Rancangan penelitian ini menggunakan model prosedural ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) (1). Pada penelitian tahun pertama berisi tahapan *analysis* dan *design*. Pada tahun kedua berisi tahapan *development* dan pada tahun ketiga berisi tahapan *implementation* dan *evaluation*. Keseluruhan tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada tahun kedua peneliti telah melakukan tahap devolepment. Dalam tahapan ini peneliti telah menghasilkan butir butir tes yang valid dari tes yang mengukur kemampuan literasi saintifik 3 Dimensi yang terdiri dari tiga aspek masing masing penalaran ilmiah, penyelidikan ilmiah dan pengetahuan hakikat sains. Validasi konstruk menggunakan pendekatan validitas Messick dengan penerapan model Rasch. Pendekatan validitas konstruk menurut Messick terdiri atas : (1) validitas isi, (2) validitas substantif, (3) validitas struktural, (4) validitas eksternal. Untuk kepentingan validitas konstruk , instrumen telah diuji cobakan di kelas XII dengan melibatkan sebanyak 194 siswa . Luaran dalam penelitian tahun kedua inia adalah instrumen yang telah valid terdiri dari 25 butir tes penalaran ilmiah, 6 butir tes penyelidikan ilmiah dan 8 butir tes pengetahuan hakikat sains. Demikian pula dalam tahun kedua telah dihasilkan sistem tes literasi saintifik 3 Dimensi secara digital melalui laman lisatest.id



Gambar 1: Alur Penelitian

Selanjutnya pada tahun ketiga adalah tahap implementasi yaitu melaksanakan tes literasi saintifik 3 dimensi pada siswa SMA program MIPA pada skala yang lebih luas . Beberapa kegiatan yang akan dilaksanakan pada tahun ketiga (2023) dijelaskan pada Tabel 17 berikut ini.

Tabel 13. Daftar Kegiatan Penelitian Tahun Ketiga (2022)

No	Kegiatan	Luaran
1	Implementasi Tes Literasi Saintifik 3 Dimensi dalam skala yang luas (minimal melibatkan 500 siswa)	Studi Kelayakan
2	Penyempurnaan Sistem aplikasi Tes Literasi Saintifik 3 Dimensi	Paten
3	Penentuan standar kelulusan tes dan identifikasi Bias Tes	Artikel Jurnal

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan permasalahan penelitian maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Tes Literasi Sainifik 3 Dimensi dapat dengan baik disajikan berbasis Web pada alamat lisatest.id
2. Ada sebanyak 25 butir tes literasi saintifik 3 Dimensi aspek penalaran ilmiah yang valid setelah dianalisis dengan pendekatan pemodelan Rasch
3. Ada sebanyak 6 butir tes literasi saintifik 3 Dimensi aspek penyelidikan ilmiah yang valid setelah dianalisis dengan pendekatan pemodelan Rasch
4. Ada sebanyak 8 butir tes literasi saintifik 3 Dimensi aspek pengetahuan hakikat sains yang valid setelah dianalisis dengan pendekatan pemodelan Rasch

B. SARAN

Tidak adanya asesmen berskala nasional yang menentukan nasib siswa atau beresiko tinggi di sekolah dewasa ini mempengaruhi kinerja siswa dalam ujian . Pada umumnya siswa sudah merasa nyaman dengan kondisi sekarang dimana mereka tidak takut terhadap kelulusan sekolah sehingga dalam mengerjakan ujian tidak memiliki performa yang maksimal. Hal ini dapat terlihat dalam hasil ujian terutama pada aspek penalaran ilmiah. Namun demikian dengan pemodelan Rasch respons siswa dapat dianggap wajar dan memenuhi aspek semua validitas dalam pemodelan Rasch. Pada tahap implementasi di tahun ketiga mungkin dapat menggunakan strategi yang berbeda agar siswa dalam melaksanakan ujian dapat menunjukkan performa terbaiknya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Molenda, M. (2015). In search of the elusive ADDIE model. *Performance Improvement, 54*(2), 40-42.
2. Susongko, P., Arfiani, Y., & Kusuma, M. (2021). Determination of Gender Differential Item Functioning in Tegal Students' Scientific Literacy Skills with Integrated Science (SLiSIS) Test Using Rasch Model. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 10*(2), 270-281.
3. Wenning, C. J., & Vieyra, R. E. (2015). *Teaching High School Physics Volume III*. Rebecca Vieyra.
4. Hanson, S. (2016). The assessment of scientific reasoning skills of high school science students: A standardized assessment instrument.
5. Bybee, R. W. (2012). Scientific literacy in environmental and health education. In *Science| Environment| Health* (pp. 49-67). Springer, Dordrecht.
6. McComas, W. F., & Nouri, N. (2016). The nature of science and the next generation science standards: Analysis and critique. *Journal of Science Teacher Education, 27*(5), 555-576.
7. Rönnebeck, S., Bernholt, S., & Ropohl, M. (2016). Searching for a common ground— A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education, 52*(2), 161-197.
8. Lawson, A. E. (2010). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. *Science Education, 94*(2), 336-364.
9. Han, J. (2013). *Scientific reasoning: Research, development, and assessment* (Doctoral dissertation, The Ohio State University).
10. Kind, P. E. R., & Osborne, J. (2017). Styles of scientific reasoning: a cultural rationale for science education?. *Science Education, 101*(1), 8-31.
11. Wenning, C. J., & Vieyra, R. E. (2020). *Teaching High School Physics: The Nature of Physics Teaching*. USA: AIP Publishing
12. Wenning, C. J. (2011). The levels of inquiry model of science teaching. *Journal of Physics Teacher Education Online, 6*(2), 9-16.
13. Suzuri-Hernandez, L. J. (2010). *Exploring school students' views of the nature of science* (Doctoral dissertation, University of York).
14. Ravand, H., & Firoozi, T. (2016). Examining construct validity of the master's UEE

- using the Rasch model and the six aspects of the Messick's framework. *International Journal of Language Testing*, 6(1), 1-18.
15. Nugraheny DE 2019 *Mendikbud: Penilaian Kompetensi untuk Pengganti UN Dilakukan di Kelas 4, 8, dan 11*. Artikel dalam Harian Kompas, 11-12-2019
 16. Susongko, P., Widiatmo, H., Kusuma, M., & Afiani, Y. (2019). DEVELOPMENT OF INTEGRATED SCIENCE-BASED SCIENCE LITERACY SKILLS INSTRUMENTS USING THE RASCH MODEL. *Unnes Science Education Journal*, 8(3).277-292
 17. Ravand, H., & Firoozi, T. (2016). Examining construct validity of the master's UEE using the Rasch model and the six aspects of the Messick's framework. *International Journal of Language Testing*, 6(1), 1-18
 18. Cavagnetto, A. R. (2010). Argument to foster scientific literacy: A review of argument interventions in K–12 science contexts. *Review of Educational Research*, 80(3), 336-371.
 19. Gormally, C., Brickman, P., & Lutz, M. (2012). Developing a test of scientific literacy skills (TOSLS): Measuring undergraduates' evaluation of scientific information and arguments. *CBE—Life Sciences Education*, 11(4), 364-377.
 20. Rusilowati, A., Kurniawati, L., Nugroho, S. E., & Widiyatmoko, A. (2016). Developing an Instrument of Scientific Literacy Assessment on the Cycle Theme. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(12), 5718-5727.
 21. Romine, W. L., Sadler, T. D., & Kinslow, A. T. (2017). Assessment of scientific literacy: Development and validation of the Quantitative Assessment of Socio-Scientific Reasoning (QuASSR). *Journal of Research in Science Teaching*, 54(2), 274-295.
 22. Wenning, C. J., & Vieyra, R. E. (2015). *Teaching High School Physics Volume III*. Rebecca Vieyra.
 23. Hanson, S. (2016). The assessment of scientific reasoning skills of high school science students: A standardized assessment instrument.
 24. Ariyanti, A. I. P., Ramli, M., & Prayitno, B. A. (2016). Preliminary Study on Developing Science Literacy Test for High School Students in Indonesia. In *International Conference on Teacher Training and Education*. Sebelas Maret University.

25. Rusilowati, A., Nugroho, S. E., Susilowati, E. S. M., Mustika, T., Harfiyani, N., & Prabowo, H. T. (2018, March). The development of scientific literacy assessment to measure student's scientific literacy skills in energy theme. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 983, No. 1, p. 012046).
26. Wahyuni, S., Indrawati, I., Sudarti, S., & Suana, W. (2017). Developing science process skills and problem solving abilities based on outdoor learning in junior high school. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(1).
27. Bond, T., Yan, Z., & Heene, M. (2020). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences*. Routledge.
28. Bybee, R. W. (2012). Scientific literacy in environmental and health education. In *Science| Environment| Health* (pp. 49-67). Springer, Dordrecht.
29. McComas, W. F., & Nouri, N. (2016). The nature of science and the next generation science standards: Analysis and critique. *Journal of Science Teacher Education*, 27(5), 555-576.
30. Rönnebeck, S., Bernholt, S., & Ropohl, M. (2016). Searching for a common ground— A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education*, 52(2), 161-197.
31. Lawson, A. E. (2010). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. *Science Education*, 94(2), 336-364.
32. Han, J. (2013). *Scientific reasoning: Research, development, and assessment* (Doctoral dissertation, The Ohio State University).
33. Kind, P. E. R., & Osborne, J. (2017). Styles of scientific reasoning: a cultural rationale for science education?. *Science Education*, 101(1), 8-31.
34. Wenning, C. J., & Vieyra, R. E. (2020). *Teaching High School Physics: The Nature of Physics Teaching*. USA: AIP Publishing
35. Sumintono, B. (2018, February). Rasch Model Measurements as Tools in Assesment for Learning. In 1st International Conference on Education Innovation (ICEI 2017). Atlantis Press.
36. Susongko, P., & Mardapi, D (2000). Keberfungsian Butir Diferensial Perangkat Tes Ebtanas Kimia Sekolah Menengah Umum di Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 3(4).
37. Susongko, P. (2005). Penyetaraan Parameter Butir Secara Konkuren untuk Menguji Secara Statistik Keberadaan Item Function (DIF). In Makalah disampaikan pada

Seminar Nasional penelitian dan evaluasi Pendidikan

38. Susongko, P. (2009). Perbandingan keefektifan bentuk tes uraian dan testlet dengan penerapan graded response model (GRM) (Doctoral dissertation, Thesis. Unpublished. Tegal: UPS
39. Susongko, P (2010). Testlet Sebagai Alternatif Pengembangan Bentuk Tes Prestasi Belajar Pada Pembelajaran Kimia Di Sekolah. Seminar Nasional kimia dan pendidikan kimia F MIPA UNDIP. http://perpus.upstegal.ac.id/files/e_book/artikel_62.pdf
40. Susongko, P. (2010). Perbedaan fungsi informasi item pada tes prestasi belajar matematika bentuk pilihan ganda yang menggunakan penskoran konvensional dan koreksi. http://perpus.upstegal.ac.id/files/e_book/artikel_63.pdf
41. Susongko,P (2014). Perbedaan Ketepatan Estimasi Tingkat Kesukaran Butir Tes Pilihan Ganda Pada Penskoran Koreksi Dan Konvensional Dengan Penerapan Model Rasch. Seminar Nasional matematika dan Pendidikan Matematika . Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. http://perpus.upstegal.ac.id/files/e_book/artikel_93.pdf
42. Susongko, P (2016). The Accuracy Of Testes'ability Estimation Of The Essay Test And Testlets In Mathematics Through The Graded Response Model Application. International Conference on Educational Research and Evaluation, UNY Yogyakarta.
43. Susongko, P. (2016). Validation of science achievement test with the rasch model. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 268-277.
44. Susongko, P. (2017). Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Capaian Literasi Sains Siswa Indonesia Berdasar Survai Pisa 2015. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA , 19 Agustus 2017 , UPS Tegal ISBN : 978-602-73169-5-9. http://perpus.upstegal.ac.id/files/e_book/artikel_147.pdf
45. Aeni, N., Susongko, P., & Rokhman, M. S. (2017). PENYUSUNAN SKALA MOTIVASI BELAJAR MATEMATIKA DENGAN PENERAPAN MODEL RASCH. *JPMP*, 1(1).
46. Larasati, N., Susongko, P., & Isnani, I. (2017). LITERASI MATEMATIKA PADA MAHASISWA FAKULTAS EKONOMI UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL. *JPMP*, 1(1).
47. Susongko,P (2017).Penyusunan Instrumen Pengukuran Literasi Kimia Mahasiswa Program Studi Pendidikan IPA. Penelitian internal tidak dipublikasikan
48. Susongko, P., & Fatkhurrohman, M. A. (2017). DETERMINANTS FACTORS ANALYSIS OF INDONESIAN STUDENTS'PHYSICS ACHIEVEMENT IN

TIMSS 2011. *Jurnal Pendidikan Fisika*.

49. Susongko, P., & Afrizal, T. (2018). The Determinant Factors Analysis of Indonesian Students' Environmental Awareness in PISA 2015. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(4), 407-419.
50. Susongko, P. (2018). THE INFLUENCE OF SCIENCE LEARNING QUALITY IN THE SCHOOL THROUGH SCIENCE LEARNING OUTCOME INDONESIAN STUDENTS BASED ON PISA STUDIES 2015.
51. Susongko, P., Widiatmo, H., Kusuma, M., & Afiani, Y. (2019). DEVELOPMENT OF INTEGRATED SCIENCE-BASED SCIENCE LITERACY SKILLS INSTRUMENTS USING THE RASCH MODEL. *Unnes Science Education Journal*, 8(3).
52. Susongko, P., Kusuma, M., & Widiatmo, H. (2019). Using Rasch Model to Detect Differential Person Functioning and Cheating Behavior in Natural Sciences Learning Achievement Test. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 5(2), 94-111
53. Kusuma, M., Susongko, P., & Arfiani, Y. (2019). VALIDATION OF THE INSTRUMENTS OF LEARNING READINESS WITH E-LEARNING USING RASCH MODELING TO EMPOWER TECHNOLOGICAL CONTENT KNOWLEDGE (TCK). *Jurnal Pena Sains Vol*, 6(1).
54. Safitri, M., Susongko, P., & Hayati, M. N. (2020). The Effectiveness of Project-based Multi- representation Discourse on Junior High School Students' Science Process Skills. *Unnes Science Education Journal*, 9(2), 59-67.
55. Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2014). Applying educational research: How to read, do, and use research to solve problems of practice. Pearson Higher Ed.
56. Molenda, M. (2015). In search of the elusive ADDIE model. *Performance Improvement*, 54(2), 40-4