

LAPORAN AKHIR TAHUN
PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI



**MODEL ASESMEN LITERASI SAINS SISWA BERBASIS IPA TERPADU
DENGAN PEMODELAN RASCH UNTUK PENINGKATAN
KOMPETENSI LULUSAN SMA PROGRAM MATEMATIKA DAN ILMU
ALAM (MIPA)**

Tahun ke-1 dari Rencana 2 Tahun

TIM PENGUSUL

Ketua

**Dr Purwo Susongko ,MPd
NIDN: 0017047401**

Anggota

**Mobinta Kusuma .MPd
NIDN. 0605088503**

**Yuni Arfiani,MPd
NIDN. 0616068601**

UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL

Oktober 2019

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Model Asesmen Literasi Sains Siswa Berbasis IPA Terpadu Dengan Pemodelan Rasch Untuk Peningkatan Kompetensi Lulusan Sma Program Matematika Dan Ilmu Alam (MIPA)

Ketua Peneliti
Nama Lengkap : Dr. Purwo Susongko, M.Pd
Perguruan Tinggi : Universitas Pancasakti Tegal
NIDN : 0017047401
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi : Pendidikan IPA
Nomor HP : 081802850666
Alamat surel (e-mail) : purwosusongko@upstegal.ac.id

Anggota (1)
Nama Lengkap : Mobinta Kusuma, M.Pd
NIDN : 0605088503
Perguruan Tinggi : Universitas Pancasakti Tegal

Anggota (2)
Nama Lengkap : Yuni Arfiani, M.Pd
NIDN : 0616068601
Perguruan Tinggi : Universitas Pancasakti Tegal
Institusi Mitra : 1. SMA Negeri II Tegal
2. SMA Negeri III Tegal

Alamat : 1. Jl. Lumba Lumba No.24, Kota Tegal, 52315
2. Jl Sumbodro No 81 Kota Tegal, 52125

Penanggung Jawab : 1. Dra Sri Utakari Amanah, MSi
2. Dra Rosa Herawati, MPd

Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun berjalan : Rp 86.805.500,00
Biaya keseluruhan : Rp 191.898.500,00

Tegal, Oktober 2019
Ketua Tim Pengusul



Dr Purwo Susongko, M.Pd
NIP. 197404171998021001



Mengetahui
Dekan FKIP
Wakil Dekan I
Dr Suriswo, M.Pd
NIPY 12951631967



Menyetujui
Kepala LPPM
Irian Santosa, ST, MT
NIPY.17462161980

RINGKASAN

Literasi sains adalah tujuan utama dari pembelajaran sains di semua jenjang. Hingga saat ini belum ada ujian yang cukup komprehensif untuk memastikan capaian kemampuan literasi sains siswa SMA program MIPA. Tes tersebut diharapkan berbasis IPA terpadu dan menggunakan level capaian literasi sains dengan standar Internasional seperti halnya PISA /TIMSS serta teknik penskoran menggunakan teori tes modern (Model Rasch). Pada penelitian tahun pertama dapat dirumuskan tujuan penelitian sebagai berikut: (1) Membangun konstruksi tes literasi sains yang berbasis IPA terpadu untuk siswa SMA program MIPA, (2) Menguji validitas aspek isi tes literasi sains yang berbasis IPA terpadu untuk siswa SMA program MIPA, (3) Menguji kualitas dari aspek psikometri butir-butir tes literasi sains yang berbasis IPA terpadu untuk siswa SMA program MIPA, (4) Menguji validitas konstruk tes literasi sains yang berbasis IPA terpadu untuk siswa SMA program MIPA.

Bentuk penelitian ini adalah Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*) yaitu suatu bentuk penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Objek penelitian ini adalah instrument penilaian literasi sains siswa SMA program MIPA berbasis IPA terpadu yang disusun, direvisi, dan divalidasi dengan pemodelan Rasch. Pada rancangan penelitian pengembangan instrumen menggunakan model prosedural ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Uji Coba instrumen melibatkan 112 siswa SMA program MIPA dari SMA 2 dan SMA 3 Kota Tegal.

Konstruksi tes terdiri dari 17 kasus IPA terpadu yang disajikan dalam bentuk testlet masing-masing tiga butir pertanyaan mengacu pada kompetensi literasi sains sesuai standar PISA 2015. Butir-butir tes telah memenuhi validitas dari aspek isi dan aspek psikometrik. Validasi konstruk dengan pemodelan Rasch memberikan hasil sebagai berikut: (1) Tingkat kesukaran butir berada pada range -3 hingga 3, artinya butir-butir tes tersebut cocok untuk semua kemampuan peserta tes, (2) Pada taraf kepercayaan 95 %, ada 16 butir yang cocok dengan pemodelan, (3) Pada taraf kepercayaan 95 %, sebanyak 97,32 % respons siswa cocok dengan pemodelan, (4) Pada taraf 99 %, ada 4 butir yang mengandung DIF. Berdasarkan pertimbangan semua aspek validitas, 14 butir tes layak digunakan sebagai butir tes yang mengukur kemampuan literasi sains siswa Sekolah Menengah Atas program MIPA berbasis IPA terpadu dengan mengacu pada capaian literasi sains sesuai standar PISA 2015.

Kata Kunci : literasi sains, ipa terpadu, model Rasch, SMA, Program MIPA

PRAKATA

Pendidikan sains di Sekolah Menengah Atas (SMA) program matematika dan ilmu alam (MIPA) diharapkan mencapai tujuan sesuai standar kompetensi yang telah ditetapkan yang diantaranya adalah membangun dan menerapkan informasi, pengetahuan dan teknologi secara logis, kritis, kreatif dan inovatif, serta menunjukkan kemampuan berfikir logis, kritis, kreatif dan inovatif secara mandiri. Hal ini sejalan dengan capaian literasi sains yang dikembangkan oleh PISA (Programme for International Science Student Assessment).

Standar kompetensi yang telah dibuat oleh Pemerintah selama ini diukur lewat Ujian nasional (UN). Namun hasil Ujian Nasional (UN) bukanlah penentu kelulusan sehingga tidak ada jaminan pemenuhan terhadap standar kompetensi bagi siswa SMA yang lulus. Demikian pula tidak semua mata pelajaran yang membangun kompetensi sains di ujikan, sehingga kemampuan siswa yang lulus tidak komprehensif sesuai dengan standar kompetensi yang seharusnya dikuasai siswa.

Untuk mengembangkan model asesmen literasi sains bagi siswa SMA program MIPA adalah fokus utama dari penelitian ini. Model tersebut perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut: (1) kompetensi minimal berkaitan dengan literasi sains siswa sehingga harus diujikan sebelum siswa lulus Ujian Nasional, (2) mengukur kemampuan IPA terpadu yang melibatkan kemampuan Fisika, Biologi, Kimia dan Matematika, (3) mengacu pada kemampuan literasi sains yang dikembangkan PISA 2015, (4) divalidasi dan dikembangkan dengan menggunakan model Rasch.

Peneliti mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah mendukung kegiatan penelitian ini sehingga kegiatan penelitian dapat berlangsung dengan baik, terutama kepada:

1. Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah membiayai penelitian ini.

2. Rektor Universitas Pancasakti Tegal yang telah memberikan kesempatan dalam kegiatan penelitian.
3. Kepala LPPM Universitas Pancasakti Tegal yang banyak membantu dan memfasilitasi kegiatan Penelitian
4. Kepala Sekolah SMAN 2 Kota Tegal atas kerjasama yang baik selama ini
5. Kepala Sekolah SMAN 3 Kota Tegal atas kerjasama yang baik selama ini
6. Bapak Heru Widiatmo, Ph.D, peneliti dari American College Testing (ACT) yang telah menyempatkan waktu menjadi narasumber ketika pulang ke Indonesia

Akhirnya peneliti memanjatkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan kasih dan sayangnya memberikan berkah kesehatan dan kemampuan hingga peneliti dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan penelitian ini.

Tegal, 31 Oktober 2019

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	2
1.3. Pembatasan Masalah.....	3
1.4. Perumusan Masalah	3
1.5. Tujuan Penelitian	4
1.6. Manfaat Penelitian	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1. Model Rasch Dalam Pengukuran Pendidikan	5
2.2. Literasi Sains	7
2.3. IPA terpadu.....	9
2.4. Testlet.....	11
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Analisis	14
3.2 Disain	14
3.3 Development.....	16
3.4 Implementation	19
3.5 Evaluation.....	19
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN LUARAN	20
4.1 Hasil	20

4.1.1 Validitas aspek Konten	20
4.1.2 Validitas aspek psikometri	21
4.1.3 Validitas Konstrak Aspek Isi	23
4.1.4 Validitas Konstrak Aspek Substantif	28
4.1.5 Validitas Konstrak Aspek Struktural	31
4.1.6 Validitas Konstrak Aspek Eksternal	33
4.1.7 Validitas Konstrak Aspek Konsekuensi	34
4.2 Luaran	40
BAB 5 RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	41
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	42
6.1 Kesimpulan	42
6.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Indikator Level Capaian Literasi Sains Sesuai standar PISA 2015	15
Tabel 2.	Model Penskoran Testlet	15
Tabel 3.	Daftar Berita Ilmiah Dalam Pengukuran Literasi Sains Siswa SMA	16
Tabel 4.	Jenis dan Indikator Validitas Konstrak	17
Tabel 5.	Kriteria tes yang valid dilihat dari berbagai aspek validitas dan kriterianya dengan penerapan Model Rasch	18
Tabel 6.	Rubrik Penelaahan Isi Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA	21
Tabel 7.	Hasil Penilaian Validitas aspek psikometrik Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA	22
Tabel 8.	Data Peserta Uji Coba Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA	23
Tabel 9.	Hasil Analisis Item Fit Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA	23
Tabel 10.	Nilai Tingkat Kesukaran Butir-Butir Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA	24
Tabel 11.	Hasil Uji person fit peserta tes literasi sains Bagian 1	28
Tabel 12.	Hasil Uji person fit peserta tes literasi sains Bagian 2	29
Tabel 13.	Hasil Uji person fit peserta tes literasi sains Bagian 3	30
Tabel 14.	Hasil Uji person fit peserta tes literasi sains Bagian 4.....	31
Tabel 15.	Peserta Tes yang memiliki respons menyimpang (<i>aberrant response</i>)	31
Tabel 16.	Hasil Uji Unidimensi Instrumen Butir-Butir Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA	32

Tabel 17. Uji Invariansi Pengukuran Menggunakan Uji <i>Anderson LR test</i>	
Tabel 18. Uji <i>Person Separation reliability</i> Pada Instrumen Butir-Butir Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA	33
Tabel 19. Hasil Analisis Dengan Wald Test Pada Tes Literasi Sains untuk siswa SMA Program MIPA	33
Tabel 20. Daftar Butir Tes Terindikasi DIF berdasarkan Jenis kelamin Pada Taraf Signifikansi 0.05	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Kurva Karakteristik Nomor 1	25
Gambar 2.	Kurva Karakteristik Nomor 2	25
Gambar 3.	<i>Item Map</i> Butir-Butir Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA	26
Gambar 4.	<i>Person- Item Map</i> Butir-Butir Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA	26
Gambar 5.	<i>Item/Person Map</i> Butir-Butir Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA	27
Gambar 6.	Fungsi Informasi Butir-Butir Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA	27
Gambar 7.	Grafik Analisis Uji dimensionalitas Instrumen Butir-Butir Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA	32
Gambar 8.	Deskripsi DIF pada Butir Tes Literasi Sains untuk SMA Program MIPA	36
Gambar 9.	Plot DIF butir Nomor 1	37
Gambar 10.	Plot DIF Butir Nomor 13	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kisi Kisi Instrumen Tes Literasi Sains	48
Lampiran 2	Instrumen Uji Coba Tes Literasi Sains berbasis IPA terpadu	54
Lampiran 3	Hasil Penelahan instrumen	87
Lampiran 4	Instrumen Tes Literasi Sains berbasis IPA terpadu	91
Lampiran 5	Surat Pencataan Penciptaan	119
Lampiran 6	Sertifikat peserta klinik Drafting HAKI dan Paten	121

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 . Latar Belakang Masalah

Literasi sains masyarakat yang tinggi berpengaruh sangat signifikan terhadap kemajuan suatu Bangsa. Hal ini disebabkan literasi sains masyarakat berpengaruh positif terhadap kualitas pembangunan ekonomi , demokrasi , budaya dan kualitas kepribadian seseorang (Hanushek, & Woessmann, 2016; Rudolph, & Horibe, 2016; Bereiter, 2002). Oleh karenanya di banyak negara maju, pencapaian literasi sains siswa adalah tujuan utama dalam pendidikan sains (Hanson, 2016). Pendidikan sains di Sekolah Menengah Atas (SMA) program matematika dan ilmu alam (MIPA) diharapkan mencapai tujuan sesuai standar kompetensi yang telah ditetapkan antara lain: (1) membangun dan menerapkan informasi , pengetahuan dan teknologi secara logis, kritis, kreatif dan inovatif, (2) menunjukkan kemampuan berfikir logis, kritis, kreatif dan inovatif secara mandiri, (3) menunjukkan kemampuan menganalisis dan memecahkan masalah kompleks,(4) menunjukkan kemampuan menganalisis fenomena alam , memanfaatkan lingkungan secara produktif dan bertanggung jawab serta menguasai pengetahuan yang diperlukan untuk jenjang pendidikan yang lebih tinggi (Kementrian Pendidikan Nasional Republik Indonesia, 2006). Hal ini sejalan dengan capaian literasi sains yang dikembangkan oleh PISA (Programme for International Science Student Assesment) yang meliputi, (1) Menjelaskan fenomena secara ilmiah , (2) Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah , (3) Menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah - menganalisis dan mengevaluasi data, klaim dan argumen dalam berbagai representasi dan menarik kesimpulan ilmiah yang sesuai (OECD , 2016).

Standar kompetensi yang telah dibuat oleh Pemerintah selama ini diukur lewat Ujian nasional (UN). Namun demikian ada beberapa kelemahan penyelenggaraan UN. Pertama, tidak menggunakan hasil Ujian Nasional (UN) sebagai penentu kelulusan sehingga tidak ada jaminan pemenuhan terhadap standar kompetensi bagi siswa SMA yang lulus . Kedua, tidak semua mata pelajaran yang membangun kompetensi sains di ujikan , siswa boleh memilih salah satu mata pelajaran saja. Hal ini menyebabkan kemampuan siswa yang lulus tidak komprehensif sesuai dengan standar kompetensi

yang seharusnya dikuasai siswa. Demikian pula di tingkat Internasional Pemerintah belum pernah mengikuti survey untuk prestasi belajar di tingkat SMA sehingga tidak mempunyai parameter kualitas lulusan SMA di Indonesia.

Berkaitan dengan hal tersebut perlu ada ujian yang komprehensif yang memastikan bahwa kompetensi yang dimiliki siswa SMA telah sesuai dengan standar kompetensi yang telah ditentukan. Ujian ini diharapkan berbentuk tes standar dari tiga aspek yang meliputi isi, capaian literasi sains dan model pengukurannya. Beberapa studi menunjukkan bahwa pembelajaran IPA yang disajikan secara terpadu mempunyai pengaruh yang lebih kuat terhadap peningkatan literasi sains siswa (Tamassia, & Frans, 2014; Maria, 2008). Hal ini memberikan konsekuensi perlunya dibuat ujian akhir yang komprehensif mencakup kompetensi Matematika, Fisika, Kimia dan biologi secara terpadu melalui kasus-kasus IPA terpadu. Capaian aspek literasi sains dari siswa SMA juga perlu diperhatikan dengan melihat perbandingan standar di beberapa negara maju maupun dengan melihat studi yang telah dilaksanakan oleh PISA maupun TIMSS. Model pengukuran pendidikan dengan teori tes klasik yang selama ini banyak digunakan, berbasis pada banyaknya jumlah benar sehingga hanya mencapai level ordinal. Skor ordinal tidak bisa diberlakukan operasi aritmatika dasar seperti tambah, kurang, kali dan bagi oleh karenanya perlu perbaikan dengan pemodelan Rasch dimana menghasilkan skor pada level interval (Mari, et al, 2012).

Berkaitan dengan hal –hal tersebut diatas perlu studi lebih lanjut bagaimana mengembangkan tes untuk menilai kompetensi literasi sains siswa SMA program IPA berbasis pada IPA terpadu dengan menerapkan pemodelan Rasch.

1.2 Identifikasi Masalah

Terkait dengan beberapa hal yang dinyatakan dalam latar belakang masalah, setidaknya dalam mengembangkan model asesmen literasi sains yang diharapkan dapat digunakan sebagai tes komprehensif bagi siswa SMA program MIPA perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut: (1) Tes tersebut bersifat tes kompetensi minimal berkaitan dengan literasi sains siswa sehingga harus diujikan sebelum siswa lulus Ujian Nasional, (2) Tes tersebut mengukur kemampuan IPA terpadu yang melibatkan kemampuan Fisika, Biologi, Kimia dan Matematika, (3) Tes tersebut mengacu pada kemampuan literasi sains yang dikembangkan PISA 2015 yaitu terdiri dari kemampuan siswa untuk menjelaskan fenomena secara ilmiah, menginterpretasikan data dan bukti

serta mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah , (4) Tes tersebut divalidasi dan dikembangkan dengan menggunakan model Rasch.

Terkait dengan kriteria tes tersebut, maka dalam pengembangan model asesmen literasi sains ini akan melalui beberapa tahap yaitu : (1) Membangun konstruksi tes literasi sains , (2) Menguji validitas aspek isi dan aspek psikometrik secara kualitatif, (3) Menguji validitas konstruk dengan pemodelan Rasch , (3) Mengimplementasikan tes pada kondisi yang sebenarnya, (4) Mengevaluasi kualitas instrumen tes literasi sains dengan kriteria eksternal.

1.3. Pembatasan Masalah

Dari banyak langkah yang harus dilakukan dalam mengembangkan model asesmen literasi sains maka dalam pelaksanaan penelitian dibagi menjadi dua tahun. Tahun pertama meliputi : (1) Membangun konstruksi tes literasi sains , (2) Menguji validitas aspek isi dan aspek psikometrik secara kualitatif, (3) Menguji validitas konstruk dengan pemodelan Rasch. Keluaran penelitian tahun pertama adalah instrumen tes literasi yang telah valid baik secara kualitatif maupun kuantitatif (uji coba) dan siap digunakan dalam kondisi yang sebenarnya. Pada tahun kedua meliputi : (1) Mengimplementasikan tes pada kondisi yang sebenarnya, (2) Mengevaluasi kualitas instrumen tes literasi sains dengan kriteria eksternal. Instrumen tes yang telah diimplementasikan perlu diuji validitas eksternalnya dengan tes tes lain yang lebih standar seperti halnya hasil ujian nasional ataupun tes –tes potensial yang terstandar.

Berkaitan dengan materi IPA terpadu, penelitian ini membatasi pada respons siswa terhadap bacaan ilmiah populer , kemudian dari pemahaman bacaan tersebut siswa diberi pertanyaan yang terkait dan mengacu kepada tiga tingkatan kemampuan literasi sains sesuai standar PISA 2015.

1.4. Perumusan Masalah

Pada penelitian tahun pertama dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- 1.4.1 Bagaimana konstruksi tes literasi sains yang berbasis IPA terpadu untuk siswa SMA program MIPA?
- 1.4.2. Bagaimana validitas aspek isi tes literasi sains yang berbasis IPA terpadu untuk siswa SMA program MIPA?
- 1.4.3. Bagaimana kualitas dari aspek psikometri butir-butir tes literasi sains yang berbasis IPA terpadu untuk siswa SMA program MIPA?

1.4.4. Bagaimana validitas konstruk tes literasi sains yang berbasis IPA terpadu untuk siswa SMA program MIPA

1.5 . Tujuan Penelitian

Pada penelitian tahun pertama dapat dirumuskan tujuan penelitian sebagai berikut:

1.5.1 Membangun konstruksi tes literasi sains yang berbasis IPA terpadu untuk siswa SMA program MIPA.

1.5.2. Menguji validitas aspek isi tes literasi sains yang berbasis IPA terpadu untuk siswa SMA program MIPA?

1.5.3. Menguji kualitas dari aspek psikometri butir-butir tes literasi sains yang berbasis IPA terpadu untuk siswa SMA program MIPA?

1.5.4. Menguji validitas konstruk tes literasi sains yang berbasis IPA terpadu untuk siswa SMA program MIPA

1.6. Manfaat Penelitian

1.6.1 . Hasil Penelitian diharapkan dapat menjadi salah satu instrumen pengukuran literasi sains pada Sekolah Menengah Atas

1.6.2. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai standar kelulusan di lingkungan SMA Program MIPA

1.6.3. Hasil penelitian dapat memberikan informasi sejauh mana tingkat literasi sains pada siswa SMA program MIPA

1.6.4. Hasil penelitian dapat menjadi rujukan capaian minimal siswa SMA terhadap konsep-konsep dasar Sains

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 . Model Rasch Dalam Pengukuran Pendidikan

Teori pengukuran klasik memiliki keterbatasan, yaitu: (1) statistik butir tes sangat tergantung pada karakteristik subjek yang dites; (2) taksiran kemampuan peserta ujian sangat tergantung pada butir tes yang diujikan; (3) kesalahan baku penaksiran skor berlaku untuk semua peserta ujian, sehingga kesalahan baku pengukuran tiap peserta dan butir soal tidak ada; (4) informasi yang disajikan terbatas pada jumlah jawaban benar; dan (5) asumsi tes paralel susah dipenuhi. Kelemahan yang cukup serius dan berdampak menurut Steven (Mari, et al, 2012) adalah bahwa jenis data yang dihasilkan dari tes prestasi belajar maupun dari skala sikap adalah ordinal bukan interval sehingga alat analisis yang bisa digunakan terbatas. Bahkan operasi aritmatika dasar seperti tambah, kurang, kali dan bagi tidak bisa dilakukan karena angka yang didapatkan bukan bilangan bulat namun skor yang berupa data ordinal.

Konsep pengukuran yang objektif dalam ilmu-ilmu sosial dan penilaian pendidikan menurut Mok dan Wright 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 (Mok, and Wright, 2004) . Dari kelima syarat tadi, sejauh ini hanya model Rasch yang bisa memenuhi kelima syarat tersebut. Kualitas pengukuran dalam penilaian pendidikan yang dilakukan dengan model Rasch akan mempunyai kualitas yang sama seperti halnya pengukuran yang dilakukan dalam dimensi fisik dalam bidang fisika (Sumintono, & Widhiarso, 2014). Dalam pengukuran teori tes modern, model Rasch dipandang sebagai model pengukuran yang paling objektif . Penggunaan model Rasch dalam pengukuran pendidikan memiliki keunggulan pada specific objectivity dan stabilitas estimasi parameter butir yang tinggi (Wu, & Adams, R, 2007).

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.

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

Model Rasch digunakan untuk respons yang bersifat dikotomis atau dua kategori seperti halnya bentuk soal pilihan ganda. Sedangkan untuk respons yang bersifat politomis atau lebih dari dua kategori, Model Rasch dikembangkan lebih luas lagi sebagai Partial credit model (PCM) atau Model kredit parsial. Peluang secara umum dalam PCM dinyatakan oleh persamaan 2 sedangkan peluang setiap kategori dapat dilihat pada persamaan 3, 4 dan 5.

$$P(X_{ni} = x) = \frac{\exp \sum_{k=0}^x (\theta_n - \delta_k)}{\sum_{h=0}^n \exp \sum_{k=0}^h (\theta_n - \delta_k)} \quad (2)$$

Dimana kita mendefinisikan, $\exp \sum_{k=0}^0 (\theta_n - \delta_k) = 1$

$$p_0 = P(X = 0) = \frac{1}{1 + \exp(\theta - \delta_1) + \exp(2\theta - (\delta_1 + \delta_2))} \quad (3)$$

$$p_1 = P(X = 1) = \frac{\exp(\theta - \delta_1)}{1 + \exp(\theta - \delta_1) + \exp(2\theta - (\delta_1 + \delta_2))} \quad (4)$$

$$p_2 = P(X = 2) = \frac{\exp(2\theta - (\delta_1 + \delta_2))}{1 + \exp(\theta - \delta_1) + \exp(2\theta - (\delta_1 + \delta_2))} \quad (5)$$

Dimana :

p_0 = peluang mendapatkan skor 0

p_1 = peluang mendapatkan skor 1

p_2 = peluang mendapatkan skor 2

θ = kemampuan Responden

δ_1 = taraf kesukaran untuk berhasil menjawab benar dan memperoleh skor 1

δ_2 = taraf kesukaran untuk berhasil menjawab benar dan memperoleh skor 2

Model Rasch telah dikembangkan lebih lanjut secara terpisah dari IRT bahkan model Rasch juga telah dikembangkan lebih luas pada penskoran politomis. Penerapan Model Rasch dalam prestasi belajar semenjak dikenalkan oleh penemunya Georg Rasch di tahun 1960, sekarang meluas bukan saja di dunia pendidikan bahkan di dunia kedokteran dan kesehatan masyarakat (Lu, et al, 2013; Smith, et al, 2010; Ayele, et al, 2014).

Model Rasch telah lama digunakan dalam asesmen pendidikan sains baik dalam tes prestasi belajar maupun tes tes psikologis seperti halnya minat dan motivasi belajar sains. Konsep dasar dan praktis penggunaan Rasch model dalam asesmen pendidikan IPA dijelaskan cukup komprehensif oleh beberapa ahli (Liu, 2010; Sjaastad, 2014).

Demikian pula model Rasch banyak diaplikasikan untuk survey aspek psikologis berkaitan dengan pembelajaran Sains (Lamb et al , 2012) dan beberapa aspek dari literasi sains seperti halnya *nature of science* (Neumann et al, 2011).

Berkaitan dengan keefektifan pemodelan Rasch dan PCM , ada beberapa studi yang dilakukan oleh para ahli. Isgiyanto (2013) membandingkan penskoran dikotomos dan politomos pada butir-butir tes, selanjutnya membandingkan keefektifan model Rasch dan PCM secara psikometrik. Hasil Penelitiannya menunjukkan pemodelan PCM lebih efektif secara psikometrik dibanding pemodelan Rasch (Isgiyanto, 2013). Demikian pula Widhiarso (2018) melakukan perbandingan keefektifan secara psikometrik antara butir tes pilhan ganda dengan menggunakan pemodelan Rasch dan butir tes berbentuk testlet dengan pemodelan PCM. Penelitiannya membuktikan bahwa bentuk tes dalam testlet melalui pemodean PCM lebih efektif dibandingkan dengan bentuk pilihan ganda melalui pemodelan Rasch (Widhiarso et al, 2018).

2.2 Literasi Sains

Literasi sains pertama kali di gunakan oleh Hurd pada tahun 1958 (Laugksch , 2000) dan oleh James Bryant Conant pada tahun 1952 (Hanson, 2016). Istilah ini telah menjadi populer dan pencapaian literasi sains adalah salah satu tujuan utama dari pendidikan sains (Hanson, 2016 ; Holbrook & Rannikmae , 2009: NSTA, 2014: UNESCO, 2010). Menurut NSES (National Science Education Standard) kemampuan literasi sains siswa merupakan hasil dari berpartisipasi dalam kegiatan yang berorientasi pada inkuiri dengan demikian mengembangkan pemahaman fundamental tentang konsep dasar sains dan teknologi sebagai bekal mereka berhubungan dengan individu dan masyarakat. Unsur-unsur literasi sains menurut NESE dijelaskan dalam enam kategori yaitu: (1) sains sebagai inkuiri, (2) konten sains, (3) ilmu pengetahuan dan teknologi, (4) sains dalam perspektif pribadi dan sosial, (5) sejarah dan sifat sains, (6) menyatukan konsep dan proses (NRC. (1996)).

Bybee (Bybee, 2012) mendefinisikan literasi sains sebagai pemahaman tentang sains dan aplikasinya ke dalam pengalaman sosial dan mengusulkan empat tingkat literasi sains yaitu:

1. Literasi sains nominal: Pada tingkat ini seseorang mampu untuk mengenali istilah ilmiah tetapi tidak memiliki banyak pemahaman konsep sains.

2. Literasi sains fungsional: Pada tingkat ini seseorang mampu untuk membaca dan menulis tentang hal-hal sains yaitu seseorang dapat bekerja dengan kosakata tetapi tidak memiliki banyak pemahaman hubungan antar konsep sains
3. Literasi sains konseptual dan prosedural: pada tingkat ini seseorang dapat mengaitkan konsep serta memahami struktur sains dan penggunaannya untuk mendapatkan yang baru pengetahuan.
4. Literasi keilmuan multidimensi: Tingkat ini termasuk memahami sifat sains dan peran sains di masyarakat.

Wenning dan Vierya (2015) menyusun kerangka kerja yang cukup komprehensif berkaitan hubungan keterampilan proses intelektual dan praktik ilmiah yang dikategorikan ke dalam peningkatan tingkat capaian level intelektual dan terkait dengan tingkat inkuiri (Wenning, 2007). Selanjutnya masing-masing level terhubung ke taksonomi Bloom terkait Tujuan Pendidikan untuk membantu membuktikan kesesuaian kategori. Seperti halnya tingkat inkuiri, taksonomi Bloom berisi tingkat tujuan yang bergerak dari intelektual yang lebih rendah ke yang lebih tinggi seperti halnya: mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan mensintesis.

Tingkat pertama mencakup keterampilan dan praktik yang belum sempurna yang paling erat hubungannya untuk belajar penemuan, dan terkait dengan mengingat dalam Taksonomi Bloom. Keterampilan dan praktik ini dipromosikan dan dikembangkan ketika siswa menghasilkan konsep dasar pengalaman langsung pertama (fokus pada keterlibatan aktif untuk membangun pengetahuan). *Tingkat kedua* mencakup keterampilan dan praktik dasar yang paling dekat ke demonstrasi interaktif, dan terhubung ke pemahaman di Taksonomi Bloom. Keterampilan dan praktik ini dipromosikan dan dikembangkan ketika siswa terlibat penjelasan dan pembuatan prediksi yang memungkinkan guru memperoleh, mengidentifikasi, menghadapi, dan menyelesaikan konsepsi alternatif (menangani pengetahuan sebelumnya). *Tingkat ketiga* termasuk keterampilan menengah dan praktik-praktik yang paling terkait erat dengan pelajaran inkuiri, dan terhubung ke di Taksonomi Bloom. Keterampilan dan praktik ini dipromosikan dan dikembangkan ketika siswa mengidentifikasi prinsip-prinsip ilmiah dan / atau hubungan (pekerjaan kooperatif yang digunakan untuk membangun pengetahuan yang lebih rinci). *Tingkat keempat* termasuk keterampilan terintegrasi dan praktik yang paling erat kaitannya dengan laboratorium penyelidikan, dan terhubung dengan menganalisis dalam Taksonomi Bloom.

Keterampilan dan praktik ini dipromosikan dan dikembangkan ketika siswa menetapkan hukum empiris berdasarkan pengukuran variabel (kooperatif atau kerja kolaboratif digunakan untuk membangun pengetahuan yang lebih rinci). *Tingkat kelima* termasuk keterampilan dan praktik yang paling tinggi dan paling erat terkait dengan aplikasi dunia nyata, ini tingkat inkuiri yang telah dikembangkan lebih lanjut, dan terhubung ke evaluasi dalam Taksonomi Bloom. Keterampilan dan praktik ini dipromosikan dan dikembangkan sebagai siswa dalam memecahkan masalah yang berkaitan dengan situasi otentik saat bekerja secara individu atau dalam kelompok kooperatif dan kolaboratif menggunakan pendekatan berbasis masalah dan berbasis proyek. *Tingkat keenam* meliputi keterampilan dan praktik tingkat lanjut yang paling terkait dengan penyelidikan hipotetis, dan terhubung ke sintesis dalam Taksonomi Bloom. Ini keterampilan dan praktik dikembangkan ketika siswa menghasilkan penjelasan untuk mengamati fenomena.

PISA mendefinisikan literasi sains sebagai kemampuan untuk terlibat dengan isu-isu terkait sains, dan dengan gagasan sains, sebagai wujud reflektif. Orang yang terpelajar secara ilmiah bersedia untuk terlibat dalam wacana beralasan tentang sains dan teknologi, yang membutuhkan kompetensi untuk:

1. Menjelaskan fenomena secara ilmiah : mengenali, menawarkan dan mengevaluasi penjelasan untuk berbagai fenomena alam dan teknologi.
2. Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah : mendeskripsikan dan menilai penyelidikan ilmiah dan mengusulkan cara untuk menjawab pertanyaan secara ilmiah.
3. Menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah - menganalisis dan mengevaluasi data, klaim dan argumen dalam berbagai representasi dan menarik kesimpulan ilmiah yang sesuai (OECD, 2016). Dari beberapa definisi literasi sains tersebut, definisi yang digunakan PISA ini lebih operasional dan mudah untuk diaplikasikan pada tes prestasi belajar IPA.

2.3 IPA terpadu

Studi yang dilakukan oleh Maria Astrom (Maria, 2008) terhadap hasil PISA 2006 menunjukkan ada perbedaan kemampuan literasi sains pada siswa yang belajar IPA secara terpadu dan yang belajar IPA secara terpisah bahkan untuk siswa perempuan perbedaan ini sangat signifikan. Ada kecenderungan negara-negara yang

meyelenggarakan pembelajaran IPA secara terpadu memiliki literasi sains yang lebih tinggi dibanding negara –negara yang menyajikan pembelajaran IPA secara terpisah (Fisika, Kimia dan Biologi). Di Belgia , negara yang menyajikan pembelajaran IPA secara terpadu memiliki literasi sains yang lebih tinggi dibanding negara lainya (Tamassia, & Frans, 2014). Di Indonesia menyajikan IPA secara terpadu juga memberikan kemampuan literasi sains yang lebih tinggi dibanding disajikan secara terpisah (Yenni, et al, 2017).

Integrasi dalam pembelajaran IPA telah menjadi sangat populer di kalangan pendidik dalam beberapa tahun terakhir. Gagasan menghubungkan beberapa bidang IPA dapat meningkatkan validitas isi , dan dipandang sangat rasional. Di dunia nyata, kehidupan manusia tidak terpisahkan menjadi subjek yang terpisah; oleh karena itu, tampaknya hanya logis bahwa bidang-bidang subjek tidak boleh dipisahkan di sekolah (Czerniak, et al, 1999) . Argumen teoretis dan ideologis yang paling umum dalam mendukung pembelajaran IPA terpadu adalah: (1) Realitas tidak diatur dalam subyek yang terpisah, (2) Murid melihat gambaran besar pengetahuan yang tidak terfragmentasi, (3) Instruksi terpadu meningkatkan motivasi siswa, (4) Relevansi dimana konten diatur di sekitar masalah dunia nyata dan secara sosial dengan tema yang relevan, (5) Koneksi dengan teori pedagogis konstruktivisme sosial dimana lebih banyak perhatian untuk hubungan di antara ide-ide (Czerniak, 2007) . Beberapa studi juga membuktikan bahwa pengaruh penyajian IPA secara terpadu memberikan peningkatan literasi sains yang lebih baik dibanding penyajian IPA dengan pendekatan konseptual yang terpisah (Cervetti et al, 2012 ; Greenleaf et al, 2011)

Pembelajaran IPA terpadu secara konseptual juga sangat mendukung pembelajaran STEM(Science, Technology, Engineering, Math). Banyak tantangan global termasuk “perubahan iklim, kelebihan populasi, manajemen sumber daya, produksi pertanian, kesehatan, keanekaragaman hayati, sumber energi dan air yang menurun memerlukan pendekatan internasional yang didukung oleh pengembangan lebih lanjut dalam sains dan teknologi secara memadai dalam mengatasi tantangan ini (Thomas dan Watters, 2015). Namun banyak penelitian pendidikan telah menunjukkan bahwa minat dan motivasi siswa untuk pembelajaran STEM telah menurun terutama di negar-negara barat dan negara-negara Asia yang lebih makmur (Thomas dan Watters, 2015). Kepedulian untuk meningkatkan pendidikan STEM di banyak negara terus tumbuh karena permintaan untuk keterampilan STEM untuk memenuhi tantangan ekonomi semakin menjadi sangat vital

(English, 2016; Marginson et al. 2013; NAE dan NRC 2014). Didorong oleh yang asli atau yang dirasakan saat ini dan kekurangan di masa depan dalam tenaga kerja STEM, banyak pendidikan sistem dan pembuat kebijakan di seluruh dunia disibukkan dengan memajukan kompetensi di bidang STEM.

Dari beberapa kajian tersebut menunjukkan kompetensi IPA terpadu lebih banyak mendukung ke arah peningkatan literasi sains siswa. Hal ini akan meningkatkan kemampuan analisis siswa SMA program MIPA dalam mengkaji kasus-kasus nyata dilihat dari perspektif IPA secara holistik. Untuk mencapai hal itu semua maka dalam asesmen kompetensi literasi sains siswa dibuat dalam pendekatan IPA terpadu. Berkaitan dengan hal-hal tersebut di atas perlu studi lebih lanjut bagaimana mengembangkan tes untuk menilai kompetensi literasi sains siswa SMA program IPA berbasis pada IPA terpadu.

2.4. Testlet

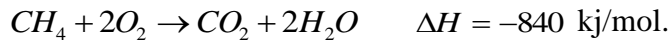
Dalam bidang pengukuran pendidikan, tes dapat dikembangkan untuk mengukur kemampuan yang khusus maupun kemampuan yang umum. Semakin spesifik kemampuan yang diukur oleh tes, semakin sempit domain perilaku yang diukur (De Villis, 2011). Sebagai contoh tes prestasi belajar sains akan lebih luas domainnya dibanding tes literasi sains. Penggunaan butir tes dalam instrumen selama ini dapat dikategorikan dalam dua jenis yaitu penggunaan butir-butir yang saling independen satu sama yang lain dan kelompok butir atau *testlet* (Haladyana, 2004).

Testlet adalah sekumpulan item yang dikelompokkan bersama di sekitar stimulus yang sama seperti bacaan, skenario, angka, suatu masalah, atau tabel yang dibagikan bersama. *Testlet* dipandang sebagai bentuk tes yang baik dalam ujian pendidikan dengan alasan berikut: (1) menghemat waktu pengujian karena lebih efisien baik untuk pengembang pengujian dan peserta tes memiliki sejumlah item yang mengikuti stimulus umum daripada hanya memiliki item tunggal, (2) tidak seperti item yang tidak memiliki kontekstual seperti multiple choice item, *testlet* merupakan kombinasi dari item yang ditautkan, dapat meningkatkan keaslian hasil pengerjaan tes dengan memberikan lebih banyak konteks, (c) *testlet* memberikan solusi untuk beberapa masalah yang terkait dengan tes adaptif. Pada tes adaptif, peserta ujian mengambil kumpulan item yang berbeda, efek konteks karena urutan item, informasi silang, atau konten yang tidak

seimbang mungkin menimbulkan varians ketidakcocokan konstruk dalam penilaian (Baghaei, & Ravand, 2016). Testlets bisa mengurangi efek kontekstual ini dengan membentuk unit konten-item yang tetap (Wainer, Bradlow, & Wang, 2007).

Contoh bentuk *testlet* dalam pengukuran tes prestasi belajar Kimia.

Pembakaran sempurna 24 gram gas metana ditunjukkan oleh persamaan reaksi berikut:



Seluruh kalor yang dihasilkan digunakan untuk mendidihkan air yang mula-mula bersuhu 25°C . Diketahui Ar C=12; Ar H=1; dan $c = 4,2 \text{ j/g}^\circ\text{C}$, $f_{\text{air}} = 1 \text{ g/ml}$.

Butir soal:

1. Jumlah mol metana yang bereaksi sebesar...
 - a. 0,67 mol
 - b. 1 mol
 - c. 1,5 mol
 - d. 2 mol
 - e. 3 mol
2. Kalor yang dihasilkan pada pembakaran metana tersebut sebesar...
 - a. 560 j
 - b. 560 kj
 - c. 680 kj
 - d. 840 kj
 - e. 1260 kj
3. Volume air yang dapat dididihkan sebanyak...
 - a. 400 ml
 - b. 4 liter
 - c. 8 liter
 - d. 39,69 liter
 - e. 396 liter

Contoh bentuk *testlet* dalam pengukuran literasi sains berbasis IPA terpadu.

Bacaan:

Keadaan Di Bulan

Bulan, benda langit yang berjarak rata-rata 380.000 km dari bumi, telah berkali-kali dikunjungi oleh pesawat antariksa dalam usaha menyingkap tabir rahasia yang menyelimutinya.

Pecahan batuan yang dikumpulkan oleh antariksawan Apollo 17 serta oleh dua pesawat penjajak tak berawak milik Soviet, rupanya berasal dari masa tepat setelah bulan terbentuk, ketika bagian luarnya sama sekali cair sampai sedalam beberapa ratus kilometer.

Setelah lapisan di atas ini menjadi dingin dan mengeras, asteroid dan benda-benda kecil sisa pembentukan tata surya menghujani permukaan yang baru saja mengeras dan menjadikannya bopeng dengan cekungan-cekungan raksasa serta kawah yang tak terbilang banyaknya. Berondongan ini agaknya berakhir kira-kira empat milyar tahun silam.

Adakah kehidupan dibulan? Kemungkinan adanya kehidupan di bulan memunculkan keprihatinan akan bahaya infeksi dari bulan. Oleh karena itu telah diadakan peraturan karantina yang teliti dan cermat pada Laboratorium Penerimaan Bulan di Houston tempat para antariksawan benar-benar dikurung bersama pesawat antariksanya

selama tiga minggu sesudah kembali di bumi. Analisis bantuan bulan yang mereka bawa pulang ditangani dengan persyaratan yang sama ketatnya.

Meskipun batuan dan bahan bulan seberat 380 kg yang dibawa para aktariksawan Apollo 11 telah diteliti secara cermat, namun tidak diketemukan organisme hidup dalam pecontoh manapun. Lagi pula batuan itu tidak mengandung air bebas atau oksigen bebas dan hanya sedikit sekali mengandung karbon serta senyawa karbon. Karena sedikitnya unsur pendahulu kehidupan ini, kiranya tidak ada kemungkinan adanya organisma primitif di bulan, bahkan pada zaman dahulu ketika beberapa dari unsur tadi mungkin terdapat dalam jumlah yang lebih besar di bulan.

Bulan terdiri atas unsur-unsur dasar yang sama dengan unsur dasar bumi, sekalipun unsur itu terdapat dalam kombinasi yang berbeda. Unsur-unsur pokok pada bulan adalah silicon, alumunium, besi dan magnesium, dengan oksigen dalam keadaan terikat secara kimiawi dalam berbagai mineral. Oksigen tersebut merupakan hampir separuh bobot batuan itu sendiri.

Telah diketahui pula bahwa gaya berat pada suatu ketinggian di permukaan bulan sebanding dengan masa benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari pusat bulan ke ketinggian tersebut. Karena massa bulan terlalu kecil maka molekul air bebas tak dapat ditahan oleh bulan dan terlepas ke angkasa luar.

Butir Tes

1. Dibawah ini adalah senyawa –senyawa pokok yang ada di Bulan, kecuali ..
 - A. SiO_2
 - B. Al_2O_3
 - C. FeO
 - D. MgO
 - E. **BeO**
2. Bila sebuah benda yang memiliki kecepatan cahaya ($3 \times 10^8 \text{ m/s}$) bergerak menuju Bulan dari Bumi, maka benda tersebut akan sampai dalam waktu
 - A. $1,26 \times 10^{-3}$ detik
 - B. 0,789 detik
 - C. **1,26 detik**
 - D. $4,56 \times 10^{10}$ detik
 - E. $2,27 \times 10^{11}$ detik
3. Bila R adalah jari-jari bulan dan r ketinggian benda dari permukaan bulan, hubungan antara gaya berat g dan massa benda m di bulan dapat dituliskan sebagai berikut:
 - A. $g = \frac{km}{R^2 + r^2}$
 - B. **$g = \frac{km}{(R+r)^2}$**
 - C. $g = \frac{km}{R^2}$
 - D. $g = \frac{km}{r^2}$
 - E. $g = km \left(\frac{1}{R^2} + \frac{1}{r^2} \right)$

BAB 3

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Pendidikan IPA FKIP Universitas Pancasakti dan di lingkungan SMA negeri di Kota Tegal. Bentuk penelitian ini adalah Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*) yaitu suatu bentuk penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Gall, et al, 1999; Haryati, 2012 ; ichey, & Klein, 2014). Objek penelitian ini adalah instrument penilaian literasi sains siswa SMA program MIA berbasis IPA terpadu yang disusun , direvisi, dan divalidasi dengan pemodelan Rasch. Pada rancangan penelitian pengembangan instrumen menggunakan model prosedural ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) (Molenda, 2003; Wahyuni, 2015). Ada pun beberapa tahapan- tahapan pengembangan instrumen dapat dijelaskan sebagai berikut :

3.1. Analisis

Analisis merupakan kegiatan awal untuk mengetahui kebutuhan dan tujuan produk yang akan dikembangkan. Produk penelitian ini adalah instrumen yang mengukur kompetensi literasi sains siswa SMA program IPA melalui kajian tematik permasalahan IPA dan analisis menggunakan kemampuan matematika, fisika, kimia dan biologi . Level capaian literasi sains menggunakan standar PISA 2015. Untuk membangun objektivitasnya instrumen ini di validasi dengan pemodelan Rasch khususnya model PCM.

3.2 Desain

Dalam tahapan desain peneliti mulai mengumpulkan, menyusun dan merancang produk yang akan dikembangkan. Ada tiga hal yang diperhatikan dalam menyusun kisi-kisi maupun butir tes , yaitu kasus tematik IPA, capaian literasi sains dan model validasi butir tesnya. Bentuk tes diberikan dalam *testlet* (kumpulan item) , setiap satu kasus tematik IPA , satu *testlet* yang terdiri dari 3 butir tes . Butir –butir tes tersebut memperhatikan capaian literasi sains yang dikembangkan oleh PISA 2015 yang terdiri dari: (1) menjelaskan fenomena secara ilmiah, (2) menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah, (3) mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah. Indikator dari

masing-masing capaian literasi sains sesuai standar PISA 2015 dipaparkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Indikator Level Capaian Literasi Sains Sesuai standar PISA 2015

Capaian Literasi Sains	Indikator Yang digunakan
Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Mengingat dan menerapkan pengetahuan ilmiah yang sesuai
	Mengidentifikasi, menggunakan dan mampu menghasilkan model penjelasan
Menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah	Mengubah data dari satu representasi ke representasi yang lain
	Menganalisis dan menafsirkan data serta menarik kesimpulan yang tepat
	Mengidentifikasi asumsi, bukti, dan alasan dalam teks yang berkaitan dengan sains
Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah	Membuat generalisasi dari penjelasan
	Mengidentifikasi pertanyaan yang dieksplorasi dalam studi ilmiah yang diberikan
	Mengidentifikasi pertanyaan yang dieksplorasi dalam studi ilmiah yang diberikan

Validasi butir menggunakan pemodelan Partial Credit Model (Rasch untuk politomos) dengan empat kategori (0,1,2, dan 3) . Selain aspek capaian literasi sains yang diperhatikan , dalam tes ini juga memperhatikan aspek konten yang terdiri dari Fisika, Kimia, Biologi dan Matematika. Keempat bidang tersebut secara terpadu membentuk pengetahuan yang menjelaskan fenomena –fenomena tematik IPA. Skoring tiap butir dalam satu testlet bersifat dikotomos (1 atau 0) sedangkan skoring setiap testlet bersifat politomos dengan empat kategori masing masing 0.1.2 dan 3 seperti Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Model Penskoran Testlet

Skor	Kriteria
0	Tidak berhasil menjawab semua butir
1	Berhasil menjawab satu butir dalam
2	Berhasil menjawab dua butir dalam
3	Berhasil menjawab semua butir (3 butir)

Untuk materi soal didapatkan dari berita ilmiah seperti halnya www.sciencenews.org, www.sciencenewsforstudents.org , www.readworks.org , kumpulan soal IPA terpadu ujian masuk perguruan tinggi . Berikut adalah daftar berita sains yang

dijadikan soal dalam pengukuran literasi sains berbasis IPA terpadu ini (Tabel 1). Desain instrumen dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Daftar Berita Ilmiah Dalam Pengukuran Literasi Sains Siswa SMA

No Butir	Tema atau Berita Ilmiah
1	50 Tahun Yang Lalu, Orang Mengira MSG Menyebabkan 'Sindrom Restoran Cina'
2	Makan Banyak Serat Dapat Meningkatkan Beberapa Perawatan Kanker
3	Lautan yang memanas karena perubahan iklim menghasilkan lebih sedikit ikan
4	Menonton TV dikaitkan dengan penurunan memori verbal pada orang tua
5	Tidur di akhir pekan tidak bisa menebus tidur yang hilang
6	Memahami Tsunami
7	Kuartet kuark membentuk partikel eksotis
8	Cara mengubah rumah kaca menjadi pembangkit tenaga listrik
9	Proses
10	Peneliti Mulai Memahami Formasi Memori Palsu Lebih Baik
11	Karbon Dioksida Dalam Mamalia
12	Sintesis Amonia
13	Keadaan Di Bulan
14	Logam Aluminium
15	Minyak Akar Wangi
16	Aktivitas Matahari
17	Bioenergi

3.3. Development

Dalam tahapan pengembangan peneliti mulai melakukan validasi terhadap instrumen yang dikembangkannya. Ada tiga jenis validasi yaitu validasi aspek isi,

validasi aspek psikometrik dan validasi konstruk dengan pemodelan Rasch . Validasi isi dilakukan dengan pertimbangan dari 2 orang ahli berkaitan dengan materi tes dan capaian literasi sains yang akan diukur. Validasi aspek psikometrik melibatkan 2 orang ahli psikometri (pengukuran pendidikan) berkaitan dengan konstruksi tes . Untuk kepentingan validitas konstruk , Instrumen diuji cobakan di kelas XI SMA program MIPA di SMA 3 dan SMA 2 Kota Tegal dengan melibatkan 112 siswa sehingga estimasi parameter butir menjadi stabil.

Validitas konstruk yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada konsep validitas Konstruk Messick (Messick, 1996; Baghaei, & Amrahi, 2011;), dimana validitas konstruk terbagi atas enam aspek seperti pada Tabel 4. Validasi konstruk dengan pemodelan Rasch dengan menggunakan PCM untuk melihat kecocokan butir dengan model dan identifikasi bias butir yang selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Jenis dan Indikator Validitas Konstruk

Tipe Validitas Konstruk	Indikator
Isi	Bukti relevansi konten dan keterwakilan butir tes
Substantif	Pembuktian aspek konten. Ini berhubungan dengan menemukan bukti empiris untuk memastikan bahwa peserta tes benar-benar terlibat dengan proses domain yang disediakan oleh item atau tugas uji.
Struktural	Berkaitan dengan profil penilaian. Terkait dengan banyaknya dimensi pengukuran
Eksternal	Sejauh mana hasil penilaian konsisten dengan pengukuran lain yang mengukur konstruk yang sama
Konsekuensial	Aspek konsekuensial validitas berfokus pada implikasi nilai interpretasi skor sebagai sumber tindakan. Bukti mengenai aspek konsekuensial validitas juga membahas konsekuensi aktual dan potensial dari pengujian penggunaan skor, terutama dalam hal sumber-sumber ketidakabsahan seperti bias, keadilan, dan keadilan distributif
Generalisasi	berkaitan dengan sejauh mana makna dan interpretasi skor berada digeneralisasikan untuk tugas dan konten lain yang tidak termasuk dalam pengujian tetapi merupakan bagian dari domain konstruk yang lebih luas.

Susongko (2016) memberikan kriteria yang bersifat kuantitatif berkaitan dengan indikator validitas konstruk sesuai pemodelan Rasch seperti dijelaskan pada Tabel 5

Tabel 5. Kriteria tes yang valid dilihat dari berbagai aspek validitas dan kriterianya dengan penerapan Model Rasch

Aspek Validitas Konstruk	Indikator	Kriteria
Isi	Uji kecocokan item (itemfit)	$P > 0.05$ $0,5 < \text{MNSQ} < 1,5$ $-2,0 < \text{ZSTD} < 2,0$
	Person-item Map	Semua tingkat kesukaran item berada pada domain kemampuan testee
	Person/Item Map	Kemampuan testee sama atau mendekati tingkat kesukaran item
	Fungsi Informasi Tes	Fungsi Informasi tes mempunyai nilai maksimal pada domain kemampuan testee
Substantif	Person fit statistic	$P > 0.05$ $0,5 < \text{MNSQ} < 1,5$ $-2,0 < \text{ZSTD} < 2,0$
	Collapsed Deviance / Casewise Deviance / Hosmer-Lemeshow	$P < 0,05$
	accuracy, sensitivity, dan specificity	mendekati 1,0
Struktural	Uji unidimensi	ada satu faktor utama yang digambarkan lewat Scree Plot hasil analisis faktor
	Uji Invariansi (LRtest)	$P < 0,05$
Eksternal	nilai separation Person strata	mendekati 1,0
Konsekuensial	DIF	tidak terdapat DIF yang signifikan

(Susongko, 2016).

Pada tahap validasi butir ini diharapkan menghasilkan butir-butir tes yang memenuhi semua persyaratan validitas sekitar 10-15 butir tes dari 17 butir tes yang diuji cobakan secara empirik. Pada penelitian ini piranti lunak yang digunakan dalam menganalisis pemodelan Rasch menggunakan Program R versi 3.5.0 dengan paket eRm versi 0.16-2. Piranti lunak ini digunakan karena bersifat *open source* sehingga mudah untuk diakses dan dikembangkan bagi para pemerhati riset asesmen pendidikan.

3.4. Implementation

Instrumen yang telah divalidasi baik secara kualitatif maupun kuantitatif dengan pemodelan Rasch, selanjutnya di implementasikan pada kondisi real dilapangan. Tahap ini melibatkan anggota sampel yang dapat mewakili seluruh siswa SMA kelas XII Program MIPA di SMAN II dan SMAN III Kota Tegal.

3.5. Evaluation

Instrumen yang telah diimplementasikan harus diuji validitas kriterianya . Dalam hal ini sebagai kriteria adalah prestasi belajar , hasil Ujian Nasional dan tes kecerdasan. Kedua tes tersebut dapat memberikan informasi tambahan berkaitan dnegan validitas konstrak tipe eksternal dan tipe generalisasi.

BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN LUARAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1 Validitas aspek Konten

Suatu alat ukur dianggap memiliki validitas isi, apabila alat ukur tersebut isinya telah dapat mengukur dari keseluruhan isi dari yang akan diukur. Dengan demikian keputusan yang didasarkan atas validitas isi menentukan apakah siswa telah menguasai atau mahir, atau gagal dalam menjawab butir-butir soal yang mengukur literasi sains sesuai dengan tujuan pengukuran yang telah dijabarkan dalam kisi-kisi (lampiran 1) dan instrumen tes (lampiran 2). Validitas isi pada instrumen literasi sains ini dapat diterapkan karena domain yang akan diukur dapat diketahui dengan jelas dan komprehensif sehingga bisa

Terdapat dua macam tipe validitas isi yaitu face validity dan logical validity. Face validity tercapai apabila pemeriksaan terhadap item-item tes memberi kesimpulan bahwa tes tersebut mengukur aspek yang relevan. Dasar penyimpulannya lebih banyak diletakan pada akal sehat/cammon sense. *Face validity* adalah tipe validitas yang paling rendah signifikansinya. Mudah dilihat dari kisi-kisi dan instrumen bahwa intrumen yang dibuat telah disusun memenuhi 3 aspek yaitu : (1) Tes berbasis kasus tematik IPA , dalam hal ini berita ilmiah, (2) Butir-butir tes disusun berdasarkan capaian literasi sains sesuai standar PISA 2015, (3) Tes membutuhkan kompetensi Fisika, Kimia, Biologi dan Matematika yang terpadu .

Logical validity disebut juga *Sampling validity*. Validitas ini menuntut batasan yang seksama terhadap kawasan(domain) perilaku yang diukur dan suatu desain logis yang dapat mencakup bagian-bagian kawasan perilaku tersebut. Sejauhmana tipe validitas ini telah terpenuhi dapat dilihat dari cakupan butir-butir yang ada dalam tes.validitas isi dapat dilakukan dengan : (1) membuat kisi-kisi soal atau spesifikasi tes, (2) meminta pendapat pakar/ahli berkaitan dengan isi tes.

Pakar yang dilibatkan dalam penelitian ini sebanyak dua orang masing masing adalah ahli di bidang Pendidikan IPA, terlihat dari Jabatan Fungsional, Jabatan

struktural maupun kualitas publikasi ilmiahnya. Hasil penelaahan instrumen dapat dilihat pada Tabel 6 dan pada Lampiran 3 .

Tabel 6. Rubrik Penelaahan Isi Instrumen Pengukuran Literasi Sains Unstuk Siswa SMA Program MIPA

Rubrik	Penilai 1		Penilai 2	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak
1. Berita /Narasi mengandung kebenaran ilmiah	V		V	
2. Berita/Narasi berbasis data	V		V	
3. Item soal dalam satu testlet (tema) terurut dari : (1) Kemampuan siswa dalam menjelaskan fenomena secara ilmiah (butir pertama), (2) Menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah (butir kedua) (3) Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah (butir ketiga)	V		V	
4. Kunci jawaban benar	V		V	
5. Melibatkan kemampuan IPA terpadu untuk berhasil menjawab butir-butir Tes	V		V	

Dari hasil kedua pakar tersebut dapat dinyatakan bahwa instrumen Pengukuran Literasi Sains Unstuk Siswa SMA Program MIPA yang telah dibuat layak dari aspek isi atau sesuai dengan tujuan pengukuran.

4.1.2. Validitas aspek psikometri

Validasi aspek psikometrik bertujuan memastikan butir-butir tes memenuhi kaidah psikometrik dalam penyusunan butir. Aspek-aspek psikometri yang perlu diperhatikan adalah aspek materi, konstruksi, bahasa dan narasi testlet. Untuk proses penilaian validitas aspek psikometri, peneliti menggunakan dua narasumber masing masing dari ahli psikometri dan guru sekolah yang banyak membidangi penyusunan butir tes. Hasil validasi secara psikometrik selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Penilaian Validitas aspek psikometrik Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA

Rubrik	Penilai 1	Penilai 2
Materi		
1. Soal harus sesuai dengan indikator.	Memenuhi	Memenuhi
2. Pilihan jawaban harus homogen dan logis ditinjau dari segi materi	Memenuhi	Memenuhi
3. Setiap soal harus mempunyai satu jawaban yang benar atau yang paling benar.	Memenuhi	Memenuhi
Konstruksi		
4. Pokok soal harus dirumuskan secara jelas dan tegas.	Memenuhi	Memenuhi
5. Rumusan pokok soal dan pilihan jawaban harus merupakan pernyataan yang diperlukan saja.	Memenuhi	Memenuhi
6. Pokok soal jangan memberi petunjuk ke arah jawaban benar	Memenuhi	Memenuhi
7. Pokok soal jangan mengandung pernyataan yang bersifat negatif ganda.	Memenuhi	Memenuhi
8. Panjang rumusan pilihan jawaban harus relatif sama.	Memenuhi	Memenuhi
9. Pilihan jawaban jangan mengandung pernyataan, "Semua pilihan jawaban di atas salah", atau "Semua pilihan jawaban di atas benar".	Memenuhi	Memenuhi
10. Pilihan jawaban yang berbentuk angka atau waktu harus disusun berdasarkan urutan besar kecilnya nilai angka tersebut, atau kronologisnya.	Memenuhi	Memenuhi
11. Gambar, grafik, tabel, diagram, dan sejenisnya yang terdapat pada soal harus jelas dan berfungsi	Memenuhi	Memenuhi
12. Butir soal jangan bergantung pada jawaban soal sebelumnya.	Memenuhi	Memenuhi
Bahasa		
13. Setiap soal harus menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia.	Memenuhi	Memenuhi
14. Jangan menggunakan bahasa yang berlaku setempat, jika soal akan digunakan untuk daerah lain atau nasional.	Memenuhi	Memenuhi
15. Setiap soal harus menggunakan bahasa yang komunikatif.	Memenuhi	Memenuhi
16. Pilihan jawaban jangan mengulang kata atau frase yang bukan merupakan satu kesatuan pengertian.	Memenuhi	Memenuhi
Narasi Testlet		
17. Sesuai dengan bidang kajian IPA yang bersifat multidisiplin	Memenuhi	Memenuhi
18. Mudah dipahami untuk siswa SMA program MIPA (Kelas XI)	Memenuhi	Memenuhi
19. Deskripsi yang jelas dan dapat disimpulkan	Memenuhi	Memenuhi

Dari hasil penilaian dua pakar di bidang psikometrik, maka dapat disimpulkan bahwa instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA yang telah dibuat layak dari aspek psikometrik dan dapat ditindaklanjuti dengan uji coba secara empirik

4.1.3. Validitas Konstrak Aspek Isi

Uji coba instrumen dilaksanakan pada tanggal 25 April 2019 serentak di SMA II dan SMA III Tegal dimulai pukul 07.00 hingga pukul 09.00 WIB . Berikut data peserta uji coba instrumen seperti dijelaskan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Data Peserta Uji Coba Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA

No	Kelas	Nama Sekolah	Banyaknya Peserta		
			Laki-Laki	Perempuan	Total
1	XI MIPA 1	SMA 2 Tegal	10	14	24
2	XI MIPA 2	SMA 2 Tegal	7	21	28
3	XI MIPA 2	SMA 3 Tegal	10	19	29
4	XI MIPA 4	SMA 3 Tegal	12	19	31
	Jumlah		39	73	112

Sesuai penjelasan Tabel 5 tentang kriteria validitas kontrak Aspek Isi berbasis pada pemodelan Rasch, berikut akan dijelaskan beberapa data hasil analisis dengan pemodelan Rasch untuk data politomos (PCM). Tabel 9 berisi hasil analisis kecocokan butir terhadap model (Item Fit).

Tabel 9. Hasil Analisis Item Fit Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA

No butir	Chisq	df	p-value	Outfit MSQ	Infit MSQ	Outfit t	Infit t
1	101.885	111	0.720	0.910	0.904	-0.63	-0.67
2	106.407	111	0.606	0.950	0.946	-0.39	-0.43
3	114.512	111	0.391	1.022	1.011	0.23	0.13
4	100.688	111	0.748	0.899	0.915	-0.79	-0.66
5	103.550	111	0.680	0.925	0.922	-0.65	-0.67
6	93.025	111	0.891	0.831	0.851	-1.53	-1.39
7	111.176	111	0.477	0.993	0.985	-0.03	-0.09
8	100.618	111	0.750	0.898	0.883	-0.78	-0.92
9	103.471	111	0.682	0.924	0.910	-0.66	-0.79
10	100.752	111	0.747	0.900	0.897	-0.79	-0.82
11	102.762	111	0.699	0.918	0.930	-0.72	-0.62
12	117.843	111	0.310	1.052	1.043	0.40	0.34
13	109.316	111	0.527	0.976	0.966	-0.17	-0.27
14	116.516	111	0.341	1.040	1.024	0.38	0.25
15	100.021	111	0.763	0.893	0.908	-0.90	-0.79
16	144.040	111	0.019	1.286	1.192	2.12	1.54
17	100.269	111	0.758	0.895	0.916	-0.61	-0.48

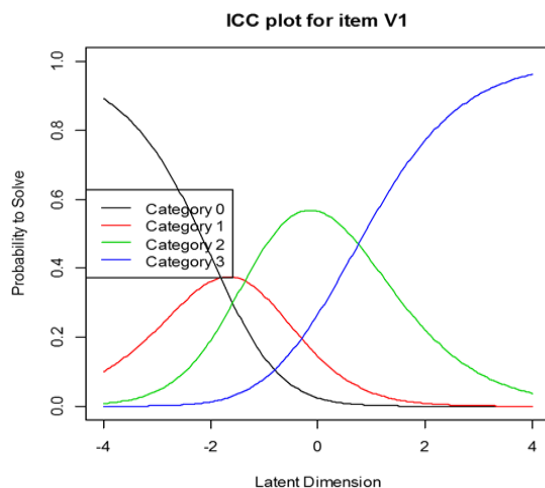
Item fit pada dasarnya menjelaskan apakah suatu butir berfungsi melakukan pengukuran secara normal atau tidak. Secara kuantitatif butir tes yang dinyatakan fit atau dapat berfungsi dengan baik adalah bila nilai Outfit MSQ antara 0.5 hingga 1.5 sedangkan nilai outfit t antara -2 hingga 2,0 serta peluang penerimaan Ho (kecocokan model) lebih besar dari 0.05 ($p > 0.05$). Outfit adalah outlier-sensitive fit, yaitu suatu ukuran kesensitifan pola respons terhadap item dengan tingkat kesulitan tertentu dari para responden (siswa) atau sebaliknya. Outfit t adalah uji t untuk hipotesis kesesuaian data dengan model. (Sumintono & Widhiarso, 2015). Ketidakkcocokan respons dengan model bisa disebabkan oleh banyak faktor misalnya adanya kecerobohan, miskonsepsi atau keberhasilan menebak. Nilai Outfit MSQ dihitung dari nilai chi square di bagi dengan derajat kebebasan (df). Dari Tabel 16 tampak bahwa seluruh butir secara umum dapat diterima sebagai butir yang baik kecuali butir nomor 16. Butir nomor 16 memiliki outfit MSQ sebesar 1.286, outfit t sebesar 2.12 dan p value < 0.05 . Hal ini berarti butir nomor 16 dilihat dari outfit t lebih dari 2.0 yang artinya data tampak tidak dapat diprediksi sedangkan dari peluang kecocokan model juga kurang dari 0.05. Namun demikian dilihat dari nilai outfit MSQ, butir nomor 16 masih bisa diterima. Ada dua dari tiga kriteria yang menolak butir nomor 16 sehingga dapat disimpulkan bahwa pada taraf signifikansi 0.05 butir nomor 16 tidak bisa diterima oleh model. Besarnya nilai tingkat kesukaran pada setiap kategori (*threshold*) dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Tingkat Kesukaran Butir-Butir Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA

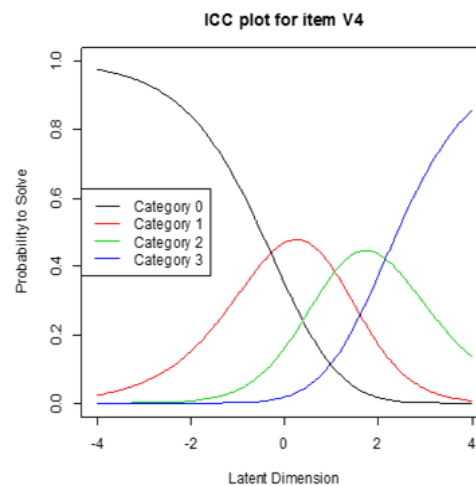
Butir	Threshold	Nilai	Butir	Threshold	nilai	Butir	Threshold	nilai
1	C1	-1.810	7	C1	-0.752	13	C1	-0.431
	C2	-3.169		C2	-0.338		C2	0.131
	C3	-2.415		C3	1.322		C3	2.382
2	C1	-1.787	8	C1	-0.947	14	C1	0.127
	C2	-1.459		C2	-0.039		C2	0.598
	C3	-0.350		C3	1.841		C3	2.758
3	C1	-1.071	9	C1	-0.579	15	C1	-0.272
	C2	-0.547		C2	-0.231		C2	0.329
	C3	0.635		C3	1.753		C3	1.913
4	C1	-0.288	10	C1	-1.660	16	C1	-0.223
	C2	0.783		C2	-1.753		C2	0.681
	C3	2.938		C3	0.281		C3	1.886
5	C1	-0.745	11	C1	-0.521	17	C1	-1.563
	C2	-0.786		C2	-0.099		C2	0.032
	C3	1.276		C3	0.868		C3	1.718
6	C1	-1.146	12	C1	-0.606			
	C2	-1.445		C2	1.191			
	C3	-1.258		C3	2.843			

PCM tidak mensyaratkan langkah menyelesaikan butir tes secara berurutan dan tidak harus mempunyai kesulitan yang sama. *PCM* yang dikembangkan dalam instrumen ini mempunyai empat kategori, sehingga analisis *PCM* menghasilkan tiga *thresholds* (tingkat kesulitan) untuk setiap butir. Dari Tabel 10 terlihat bahwa nilai tingkat kesulitan

terendah pada item nomor satu untuk *threshold* 2 sebesar -3.169 sedangkan tingkat kesulitan tertinggi pada item nomor empat untuk *Threshold* 3 sebesar 2.938. Tingkat kesulitan sebesar 2.938 mempunyai arti bahwa peserta diharapkan dapat mengerjakan butir dengan benar jika mempunyai kemampuan minimal 2.938. Tingkat kesulitan butir merupakan parameter lokasi yang menunjukkan posisi kurva karakteristik butir dalam hubungannya dengan skala kemampuan. Parameter tingkat kesulitan butir digambarkan oleh suatu titik pada skala kemampuan dimana peluang menjawab benar sebesar 0,5. Semakin besar nilai parameter tingkat kesulitan, maka semakin besar kemampuan yang dibutuhkan responden untuk mendapatkan peluang menjawab butir soal dengan benar sebanyak 0,5. Untuk lebih jelasnya Gambar 1 dan Gambar 2 menjelaskan kurva karakteristik dari butir nomor 1 dan nomor 4.



Gambar 1. Kurva Karakteristik Nomor 1

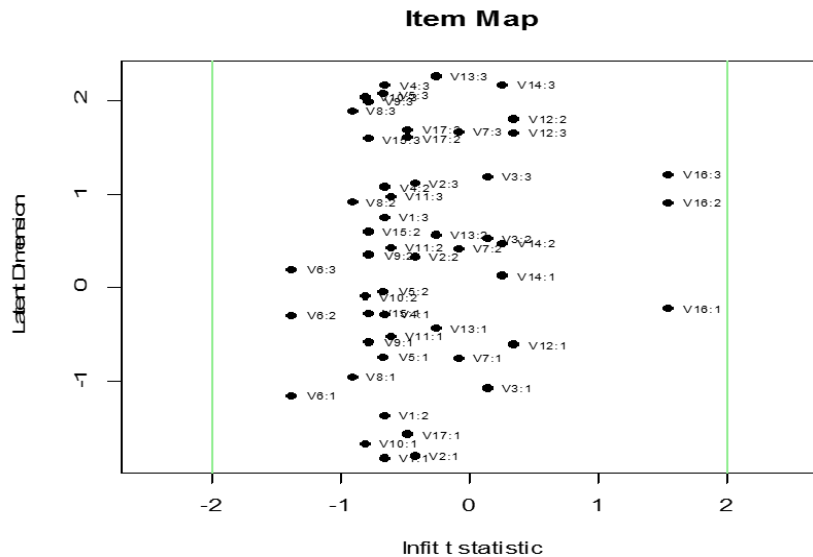


Gambar 2: Kurva Karakteristik Nomor 2

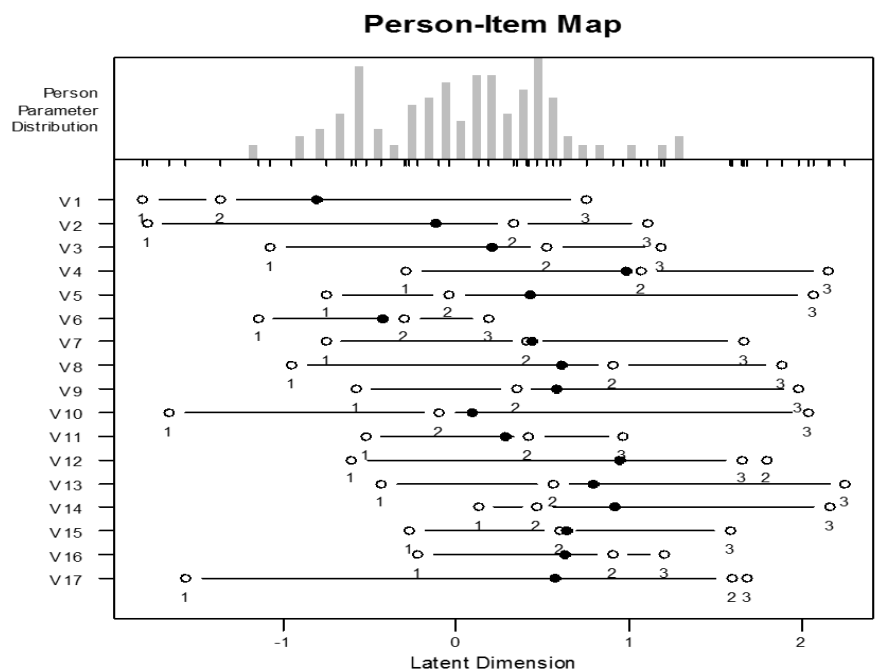
Dari Gambar 1 dan Gambar 2 terlihat bahwa untuk kategori 0, semakin tinggi kemampuan responden peluangnya semakin rendah, sebaliknya untuk kategori 3 semakin tinggi kemampuan responden semakin naik pula peluang menjawab benar. Sedangkan untuk kategori 1 dan 2, tidaklah demikian namun peluang menjawab benar semakin naik sejalan dengan naiknya kemampuan dan akan mencapai puncaknya pada kemampuan tertentu selanjutnya peluang tersebut akan turun kembali sejalan dengan meningkatnya kemampuan responden.

Dari Tabel 10 terlihat bahwa tingkat kesukaran butir bergerak dari -3.169 hingga 2.938. Tes yang efektif, memiliki tingkat kesukaran butir antara -2.00 hingga 2.00 (Wright, & Stone, 1979; Hambleton, et al, 1991; Wu & adam, 2007). Namun demikian tes yang dibangun untuk mengukur kompetensi seperti halnya instrumen pengukuran literasi sains untuk Siswa SMA Program MIPA sebaiknya dapat mengukur kemampuan semua peserta tes sehingga sebaran tingkat kesukarannya lebih luas dari tes yang dibangun dalam paradigma tes seleksi atau tes yang menggunakan acuan norma. Bila diasumsikan seperti halnya yang dikembangkan oleh *item response theory*/ distribusi normal, maka tingkat kesukaran butir untuk pengukuran yang bersifat kompetensi dapat dimulai dari -3.00 hingga 3.00, karena pada interval tersebut dapat mengukur sekitar 99,98% peserta tes. Dengan demikian dari hasil analisis semua butir-butir tes instrumen pengukuran literasi sains untuk Siswa SMA Program MIPA yang telah di susun, berada pada

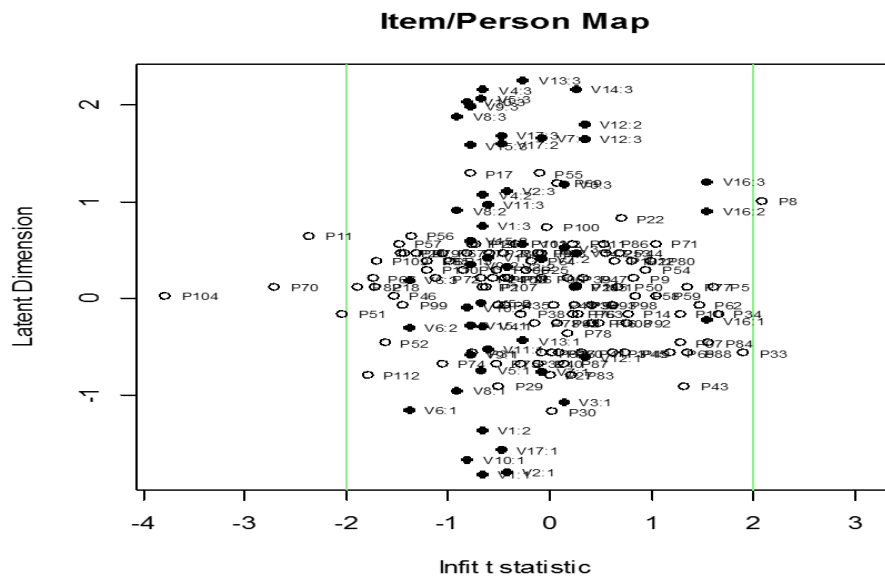
interval -3.00 hingga 3.00 sehingga efektif sebagai tes kompetensi. Hal ini diperjelas oleh Gambar 3 yang mendeskripsikan *item map* dan Gambar 4 yang mendeskripsikan *person-item map* dimana semua tingkat kesukaran butir berada pada interval yang telah ditentukan. Gambar 5 menghubungkan kemampuan peserta tes dan tingkat kesukaran butir.



Gambar 3. *Item Map* Butir-Butir Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA

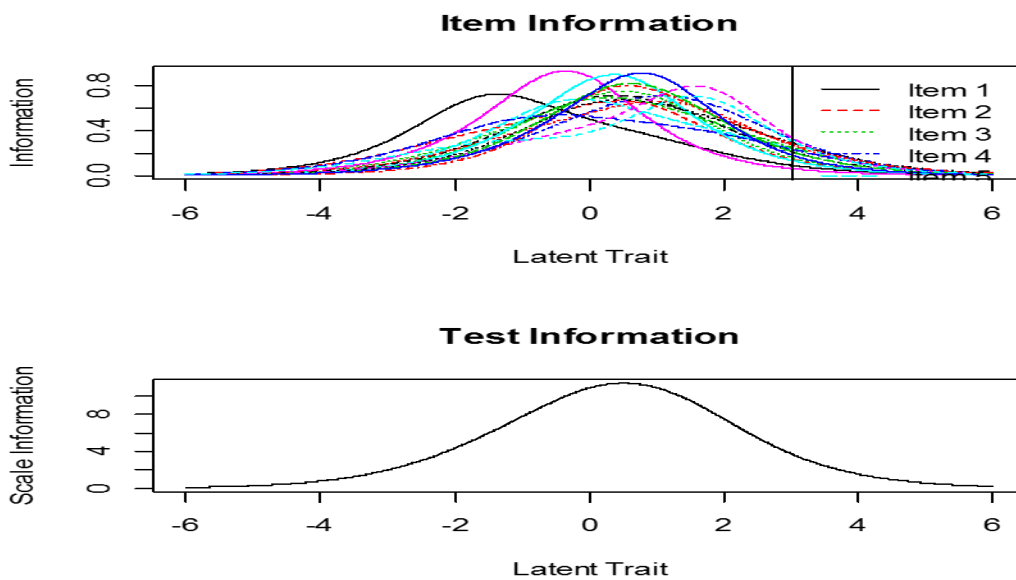


Gambar 4. *Person- Item Map* Butir-Butir Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA



Gambar 5. *Item/Person Map* Butir-Butir Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA

Bukti bahwa butir-butir instrumen pengukuran literasi sains untuk siswa SMA program MIPA efektif digunakan untuk kemampuan peserta tes antara -3.00 hingga 3.00 dijelaskan oleh fungsi informasi butir dan tes (Gambar 6). Gambar tersebut menjelaskan fungsi informasi akan maksimal pada interval kemampuan siswa antara 0 hingga 1.0 dan efektif antara -3.0 hingga 3.00.



Gambar 6. Fungsi Informasi Butir-Butir Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA

4.1.4. Validitas Konstrak Aspek Substantif

Untuk melihat kualitas validitas kontrak dari aspek substantif, digunakan uji kecocokan kemampuan peserta tes terhadap model. Uji ini pada dasarnya adalah menguji konsistensi respons atau pola respons yang berbeda dari peserta terhadap butir-butir tes berdasarkan tingkat kesukarannya. Pola respons yang berbeda adalah ketidakcocokan respons yang diberikan berdasarkan kemampuannya dibandingkan model ideal. Seorang peserta tes yang memiliki kemampuan (\emptyset) sebesar 1.5 seharusnya dapat menjawab semua butir soal yang memiliki tingkat kesukaran dibawah 1.5, namun dilapangan tentu ada sebagian siswa yang tidak konsisten atau menimbulkan *abberant response*. Seberapa banyak siswa yang mengalami *abberant response* ini menjadi ukuran validitas kontrak tipe substantif.

Respon yang menyimpang ini dapat ditimbulkan oleh adanya ketidakcermatan, adanya kegiatan *cheating* (menyontek) atau bahkan adanya miskonsepsi. Uji respons seseorang mengalami penyimpangan atau tidak disebut *person fit*. Kriteria penerimaan respons peserta tes dianggap mengalami penyimpangan atau tidak sama dengan kriteria *item fit*. Secara kuantitatif respons peserta tes yang dinyatakan fit atau tidak mengalami penyimpangan adalah bila nilai Outfit MSQ antara 0.5 hingga 1.5 sedangkan nilai outfit t antara -2 hingga 2,0 serta peluang penerimaan H_0 (kecocokan model) lebih besar dari 0.05 ($p > 0.05$). Tabel 11-14 berisi hasil uji person fit dari 112 respons peserta tes literasi sains untuk siswa SMA program MIPA.

Tabel 11. Hasil Uji person fit peserta tes literasi sains Bagian 1

Peserta	Chisq	df	p-value	Outfit MSQ	Infit MSQ	Outfit t	Infit t
P1	11.838	16	0.755	0.696	0.738	-1.00	-0.86
P2	12.706	16	0.694	0.747	0.785	-0.78	-0.67
P3	19.994	16	0.220	1.176	1.174	0.61	0.61
P4	14.836	16	0.537	0.873	0.821	-0.31	-0.52
P5	24.356	16	0.082	1.433	1.530	1.32	1.61
P6	10.949	16	0.813	0.644	0.656	-1.22	-1.21
P7	13.715	16	0.620	0.807	0.751	-0.57	-0.81
P8	28.740	16	0.026	1.691	1.731	1.96	2.09
P9	20.563	16	0.196	1.210	1.233	0.73	0.82
P10	23.675	16	0.097	1.393	1.409	1.20	1.27
P11	7.571	16	0.961	0.445	0.429	-2.22	-2.37
P12	21.678	16	0.154	1.275	1.223	0.92	0.80
P13	14.767	16	0.542	0.869	0.844	-0.34	-0.45
P14	22.680	16	0.123	1.334	1.220	1.05	0.77
P15	11.665	16	0.767	0.686	0.708	-1.04	-0.99
P16	19.345	16	0.251	1.138	1.101	0.52	0.42
P17	11.618	16	0.770	0.683	0.748	-1.01	-0.79
P18	9.242	16	0.903	0.544	0.543	-1.65	-1.72
P19	12.693	16	0.695	0.747	0.762	-0.81	-0.77
P20	8.859	16	0.919	0.521	0.602	-1.80	-1.47

Tabel 12. Hasil Uji person fit peserta tes literasi sains Bagian 2

Peserta	Chisq	df	p-value	Outfit MSQ	Infit MSQ	Outfit t	Infit t
P21	13.211	16	0.657	0.777	0.769	-0.69	-0.74
P22	21.231	16	0.170	1.249	1.190	0.86	0.70
P23	16.209	16	0.438	0.953	1.046	-0.05	0.25
P24	13.301	16	0.651	0.782	0.782	-0.65	-0.68
P25	14.073	16	0.593	0.828	0.899	-0.49	-0.25
P26	13.690	16	0.622	0.805	0.852	-0.57	-0.42
P27	16.333	16	0.430	0.961	0.960	0.00	0.00
P28	15.892	16	0.461	0.935	0.805	-0.11	-0.60
P29	14.016	16	0.598	0.824	0.798	-0.41	-0.51
P30	14.773	16	0.541	0.869	0.965	-0.24	0.03
P31	13.828	16	0.612	0.813	0.739	-0.49	-0.77
P32	15.068	16	0.520	0.886	0.873	-0.24	-0.29
P33	30.388	16	0.016	1.788	1.708	2.03	1.89
P34	29.441	16	0.021	1.732	1.563	1.98	1.65
P35	13.570	16	0.631	0.798	0.842	-0.58	-0.44
P36	17.631	16	0.346	1.037	1.041	0.22	0.23
P37	17.017	16	0.385	1.001	0.967	0.11	0.01
P38	13.312	16	0.650	0.783	0.884	-0.62	-0.28
P39	17.667	16	0.344	1.039	1.019	0.23	0.16
P40	17.360	16	0.363	1.021	0.926	0.18	-0.11
P41	17.372	16	0.362	1.022	1.067	0.18	0.31
P42	16.141	16	0.443	0.949	0.987	-0.05	0.06
P43	28.521	16	0.027	1.678	1.481	1.72	1.32
P44	18.685	16	0.285	1.099	1.183	0.41	0.68
P45	21.676	16	0.154	1.275	1.219	0.87	0.73
P46	8.944	16	0.916	0.526	0.577	-1.72	-1.54
P47	17.593	16	0.348	1.035	1.070	0.21	0.33
P48	15.573	16	0.483	0.916	0.977	-0.17	0.03
P49	21.852	16	0.148	1.285	1.221	0.89	0.74
P50	20.321	16	0.206	1.195	1.182	0.69	0.67
P51	8.596	16	0.929	0.506	0.469	-1.79	-2.05
P52	9.650	16	0.884	0.568	0.538	-1.45	-1.63
P53	20.210	16	0.211	1.189	1.140	0.68	0.55
P54	23.405	16	0.103	1.377	1.275	1.19	0.94
P55	15.208	16	0.509	0.895	0.936	-0.24	-0.11
P56	10.843	16	0.819	0.638	0.622	-1.26	-1.37
P57	11.544	16	0.775	0.679	0.597	-1.08	-1.49
P58	21.824	16	0.149	1.284	1.243	0.93	0.84
P59	22.900	16	0.116	1.347	1.317	1.10	1.05
P60	17.460	16	0.356	1.027	0.993	0.19	0.09

Tabel 13. Hasil Uji person fit peserta tes literasi sains Bagian 3

Peserta	Chisq	df	p-value	Outfit MSQ	Infit MSQ	Outfit t	Infit t
P61	15.862	16	0.463	0.933	0.940	-0.09	-0.08
P62	23.781	16	0.094	1.399	1.479	1.22	1.46
P63	16.402	16	0.425	0.965	1.054	0.00	0.28
P64	16.209	16	0.438	0.953	0.919	-0.05	-0.18
P65	24.061	16	0.088	1.415	1.395	1.21	1.18
P66	8.997	16	0.914	0.529	0.541	-1.73	-1.74
P67	12.096	16	0.737	0.712	0.691	-0.94	-1.06
P68	15.801	16	0.467	0.929	0.946	-0.13	-0.08
P69	16.239	16	0.436	0.955	0.992	-0.04	0.08
P70	6.358	16	0.984	0.374	0.367	-2.57	-2.71
P71	20.996	16	0.179	1.235	1.307	0.82	1.04
P72	11.201	16	0.797	0.659	0.674	-1.14	-1.13
P73	15.091	16	0.518	0.888	0.921	-0.25	-0.15
P74	11.484	16	0.779	0.676	0.656	-0.97	-1.07
P75	13.449	16	0.640	0.791	0.799	-0.55	-0.53
P76	16.603	16	0.412	0.977	1.035	0.03	0.21
P77	23.669	16	0.097	1.392	1.428	1.22	1.35
P78	18.857	16	0.276	1.109	1.021	0.43	0.17
P79	10.190	16	0.857	0.599	0.634	-1.43	-1.32
P80	22.161	16	0.138	1.304	1.292	1.00	0.99
P81	14.846	16	0.536	0.873	0.843	-0.33	-0.46
P82	8.184	16	0.943	0.481	0.508	-1.96	-1.90
P83	18.153	16	0.315	1.068	1.030	0.31	0.20
P84	27.584	16	0.035	1.623	1.545	1.70	1.56
P85	10.394	16	0.845	0.611	0.656	-1.37	-1.21
P86	18.332	16	0.305	1.078	1.134	0.35	0.53
P87	16.138	16	0.443	0.949	1.011	-0.04	0.14
P88	24.410	16	0.081	1.436	1.464	1.26	1.35
P89	14.800	16	0.539	0.871	0.935	-0.34	-0.12
P90	10.876	16	0.817	0.640	0.609	-1.25	-1.43
P91	14.800	16	0.539	0.871	0.935	-0.34	-0.12
P92	21.556	16	0.158	1.268	1.218	0.87	0.75
P93	17.162	16	0.375	1.010	1.098	0.14	0.41
P94	17.074	16	0.381	1.004	1.045	0.12	0.25
P95	16.825	16	0.397	0.990	0.988	0.08	0.06
P96	16.079	16	0.447	0.946	0.943	-0.07	-0.09
P97	23.069	16	0.112	1.357	1.426	1.08	1.27
P98	20.872	16	0.183	1.228	1.168	0.77	0.62
P99	10.677	16	0.829	0.628	0.594	-1.25	-1.45
P100	17.821	16	0.334	1.048	0.963	0.26	-0.03

Tabel 14. Hasil Uji person fit peserta tes literasi sains Bagian 4

Peserta	Chisq	df	p-value	Outfit MSQ	Infit MSQ	Outfit t	Infit t
P101	15.351	16	0.499	0.903	0.873	-0.23	-0.35
P102	19.832	16	0.228	1.167	1.166	0.62	0.63
P103	19.659	16	0.236	1.156	1.122	0.57	0.48
P104	3.564	16	0.999	0.210	0.221	-3.75	-3.78
P105	18.113	16	0.317	1.065	1.042	0.31	0.24
P106	12.970	16	0.675	0.763	0.823	-0.73	-0.53
P107	13.005	16	0.672	0.765	0.793	-0.71	-0.63
P108	13.697	16	0.621	0.806	0.813	-0.56	-0.56
P109	9.043	16	0.912	0.532	0.550	-1.74	-1.71
P110	10.094	16	0.862	0.594	0.655	-1.44	-1.21
P111	16.520	16	0.417	0.972	1.037	0.01	0.22
P112	8.023	16	0.948	0.472	0.480	-1.81	-1.80

Dari 112 peserta tes ada lima peserta tes yang mengalami respons yang menyimpang dari model. Hal ini terlihat kelima peserta tes tersebut tidak memenuhi sebanyak dua (p value dan outfit MSQ) dari tiga kriteria person fit . Bahkan satu peserta (P33) tidak memenuhi seluruh kriteria person fit. Daftar Peserta tes tersebut paparkan dalam Tabel 15.

Tabel 15. Peserta Tes yang memiliki respons menyimpang (*aberrant response*)

Peserta	Chisq	df	p-value	Outfit MSQ	Infit MSQ	Outfit t	Infit t
P8	28.740	16	0.026	1.691	1.731	1.96	2.09
P33	30.388	16	0.016	1.788	1.708	2.03	1.89
P34	29.441	16	0.021	1.732	1.563	1.98	1.65
P43	28.521	16	0.027	1.678	1.481	1.72	1.32
P84	27.584	16	0.035	1.623	1.545	1.70	1.56

Dari penjelasan tersebut (Tabel 11-15) dapat disimpulkan bahwa ada 95.5 % respons peserta tes yang wajar sesuai model atau tidak mengalami penyimpangan sedangkan ada 4.5 % respon mengalami penyimpangan . Besarnya prosentase peserta tes yang memiliki respons yang wajar sesuai dengan model ini bisa menjadi landasan bahwa tes cukup memenuhi validitas substantif. Bahkan bila menggunakan taraf kepercayaan 0.01, maka semua respons peserta tes sesuai dengan model.

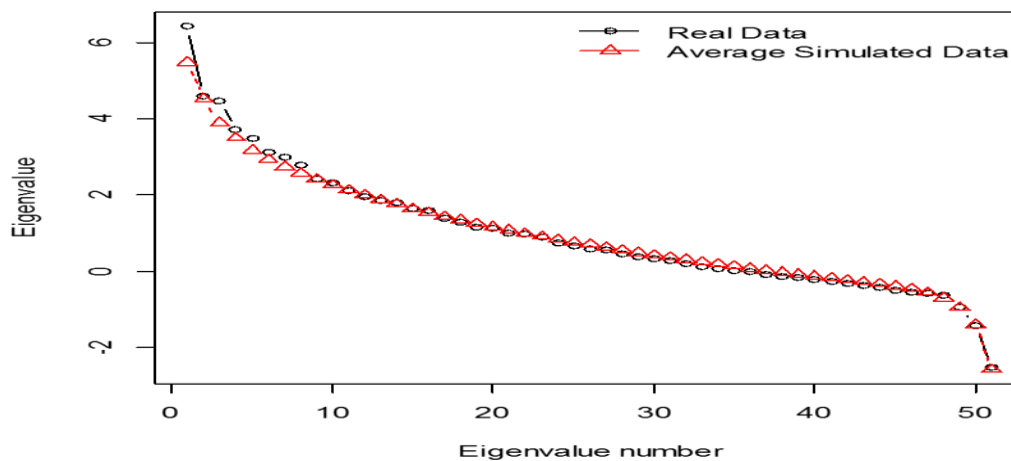
4.1.5. Validitas Konstrak Aspek Struktural

Ada dua indikator tes memiliki validitas konstrak aspek struktural yaitu tes tersebut bersifat unidimensi dan memiliki kestabilan dalam mengestimasi parameter butir maupun peserta tes . Tes yang dibangun dalam paradigma satu dimensi haruslah benar benar memiliki satu dimensi sehingga hasil pengukuran yang diperolehnya dapat memiliki makna. Prinsip pengujian unidimensi terlebih dahulu dinyatakan dengan

hipotesis nol yang menyatakan bahwa nilai *eigenvalue* yang kedua tidak lebih besar dari nilai *eigenvalue* yang pertama dengan hipotesis alternatif bahwa nilai *eigenvalue* yang kedua lebih besar dari nilai *eigenvalue* yang pertama. Hasil analisis uji unidimensi dengan program R menggunakan paket ltm dapat dilihat pada Tabel 16 sedangkan hasil analisis kurvanya dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 16. Hasil Uji Unidimensi Instrumen Butir-Butir Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA

<p>Alternative hypothesis: the second eigenvalue of the observed data is substantially larger than the second eigenvalue of data under the assumed IRT model</p> <p>Second eigenvalue in the observed data: 4.599 Average of second eigenvalues in Monte Carlo samples: 4.5197 Monte Carlo samples: 100 p-value: 0.396</p>



Gambar 7: Grafik Analisis Uji dimensionalitas Instrumen Butir-Butir Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA

Dari Tabel 16 terlihat bahwa peluang uji unidimensi yang dihasilkan sebesar 0.396, suatu nilai yang lebih besar dari 0.05 sehingga dapat dinyatakan bahwa H_0 di terima . Bila H_0 diterima memiliki arti nilai *eigen value* yang kedua dan seterusnya lebih kecil dari nilai *eigen value* yang pertama. Kondisi demikian dapat dinyatakan bahwa tes hanya mengandung satu dimensi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tes literasi sains untuk siswa SMA program MIPA dapat dinyatakan bersifat unidimensi .

Selanjutnya untuk melakukan uji invariansi pengukuran menggunakan uji *Anderson LR test*. Uji ini digunakan untuk mengetahui konsistensi estimasi parameter pemodelan Rasch. Kondisi yang ideal pada pemodelan Rasch, terjadi bila estimasi parameter tingkat kesukaran item konsisten (invarian) walaupun didapat dari sampel

yang terdiri dari subkelompok populasi mana selama menerapkan pemodelan Rasch, dalam hal ini menggunakan PCM. Hasil analisis *Anderson LR test* dapat dilihat pada Tabel 17. Dari hasil analisis tersebut didapat nilai p value sebesar 0.188 artinya menerima H_0 sehingga dapat disimpulkan bahwa estimasi parameter bersifat invarian.

Tabel 17. Uji Invariansi Pengukuran Menggunakan Uji *Anderson LR test*

Andersen LR-test: LR-value: 45.489 Chi-square df: 38 p-value: 0.188
--

4.1.6. Validitas Konstrak Aspek Eksternal

Validitas konstrak aspek eksternal digunakan untuk mengetahui sejauh mana hasil tes didukung oleh pengukuran lain (yang mengukur domain sama atau sejenis) sehingga bisa dilihat apakah mempunyai hubungan yang kuat atau tidak. Idealnya peneliti memiliki data tes lain yang lebih akurat seperti halnya tes literasi sains yang terstandarisasi, tes kecerdasan umum atau bakat khusus yang mendukung literasi sains, atau bisa saja tes prestasi belajar IPA yang terstandarisasi. Dapat dimaknai bahwa uji validitas konstrak eksternal pada dasarnya adalah evaluasi terhadap suatu instrumen yang telah dikembangkan. Berkaitan dengan hal tersebut akan dilakukan peneliti pada tahun kedua.

Salah satu pendekatan untuk mengetahui Validitas konstrak aspek eksternal dalam penelitian tahun pertama ini adalah menggunakan informasi *Person Separation reliability* atau Separasi Person. Separasi Person digunakan untuk mengklasifikasikan orang berdasarkan informasi yang didapat dari tes. Separasi orang yang rendah (kurang dari 2) dengan sampel orang yang relevan menyiratkan bahwa instrumen mungkin tidak cukup sensitif untuk membedakan antara berkinerja tinggi dan rendah. Artinya masih dibutuhkan lebih banyak item untuk mengukurnya. Hasil analisis separasi Person menggunakan paket eRm dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Uji *Person Separation reliability* Pada Instrumen Butir-Butir Instrumen Pengukuran Literasi Sains Untuk Siswa SMA Program MIPA

Separation Reliability: 0.6016 Observed Variance: 0.2396 (Squared Standard Deviation) Mean Square Measurement Error: 0.0955 (Model Error Variance)
--

Dari Tabel 17 terlihat bahwa nilai *Person Separation reliability* sebesar 0.6016. Menurut Sumintono & Widhiarso (2015) nilai separasi person dapat ditentukan sebagai berikut:

$$H = \frac{(4 \times \text{Separation} + 1)}{3}$$

Dengan demikian nilai separasi person untuk tes tersebut adalah 1.133. Dari nilai separasi person tersebut dapat diketahui bahwa klasifikasi peserta tes yang didapat hanya 1 (pembulatan dari 1.33). Artinya instrumen yang telah dibuat hanya membedakan peserta tes dalam dua kategori saja yaitu literat dan tidak literat. Konsekuensinya bahwa hasil tes ini hanya membedakan peserta tes menjadi dua kelompok yaitu peserta tes yang telah memiliki kecukupan minimal literasi sains dan yang belum memiliki kecukupan minimal literasi sains. Informasi ini dapat ditindaklanjuti dalam penentuan batas kelulusan tes literasi sains untuk siswa SMA Program MIPA

4.1.7. Validitas Konstrak Aspek Konsekuensi

Aspek konsekuensial dalam validitas konstrak pada implikasi nilai interpretasi skor sebagai sumber tindakan. Bukti mengenai aspek konsekuensial validitas juga membahas konsekuensi aktual dan potensial dari pengujian dan penggunaan skor, terutama dalam hal sumber-sumber ketidakabsahan seperti bias, keadilan, dan keadilan distributif. Berkaitan dengan hal tersebut pengukuran literasi sains untuk siswa SMA Program MIPA perlu dideteksi adanya bias tes.

Dalam pemodelan Rasch dengan paket eRm, pendeteksian bias butir dapat didekati dengan menentukan butir-butir yang mengalami *differential item functioning* (DIF) menggunakan Wald Test. DIF berkaitan dengan estimasi parameter butir yang berbeda pada subpopulasi yang berbeda, dalam hal ini peserta tes dibedakan berdasarkan jenis kelaminnya. Bila suatu butir dianggap lebih sulit atau lebih mudah oleh peserta tes laki-laki dibanding perempuan atau sebaliknya, maka butir tersebut mengandung DIF. DIF atau disebut juga bias eksternal butir bukanlah justifikasi terjadinya bias butir karena untuk mengetahui ada tidaknya bias harus dilakukan kajian kualitatif mendalam lagi berkaitan penyebab munculnya DIF. Namun demikian munculnya DIF dapat menjadi petunjuk kemungkinan adanya Bias. Hasil analisis dengan Wald Test pada tes literasi sains untuk siswa SMA Program MIPA perlu dideteksi adanya bias tes dapat dilihat pada Tabel 18 sedangkan deskripsi DIF dapat dilihat pada Gambar 8.

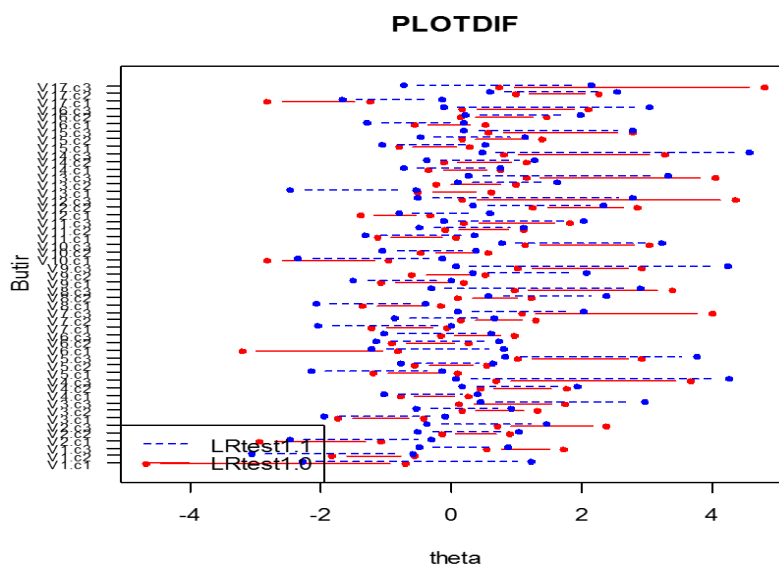
Kriteria secara statistik dengan Wald test, butir yang mengalami DIF adalah yang memiliki p-value kurang dari 0.05 (bila menggunakan taraf signifikansi 0.05). Dari Tabel 18 diketahui ada 4 butir yang terindikasi mengalami DIF yaitu butir nomor 6,7,13 dan 17. Daftar butir tes yang mengalami DIF berdasarkan jenis kelamin dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Hasil Analisis Dengan Wald Test Pada Tes Literasi Sains untuk siswa SMA Program MIPA

Butir	Threshold	Z statistic	p-value	Butir	Threshold	Z statistic	p-value
1	C1	1.601	0.109	10	C1	0.888	0.375
	C2	1.278	0.201		C2	0.377	0.706
	C3	0.491	0.624		C3	0.188	0.851
2	C1	0.856	0.392	11	C1	0.108	0.914
	C2	0.673	0.501		C2	-0.236	0.813
	C3	0.584	0.559		C3	-0.247	0.805
3	C1	0.105	0.916	12	C1	1.661	0.097
	C2	0.779	0.436		C2	0.040	0.968
	C3	0.333	0.739		C3	-0.864	0.387
4	C1	0.138	0.890	13	C1	-2.756	0.006
	C2	0.183	0.855		C2	-1.704	0.088
	C3	0.100	0.921		C3	-1.690	0.091
5	C1	0.978	0.328	14	C1	-0.437	0.662
	C2	1.076	0.282		C2	-0.512	0.609
	C3	0.328	0.743		C3	0.167	0.868
6	C1	2.267	0.023	15	C1	0.005	0.996
	C2	2.490	0.013		C2	-0.816	0.415
	C3	1.690	0.091		C3	-0.740	0.459
7	C1	0.627	0.531	16	C1	-1.107	0.268
	C2	1.937	0.053		C2	-0.387	0.699
	C3	2.768	0.006		C3	0.097	0.923
8	C1	0.908	0.364	17	C1	2.022	0.043
	C2	0.515	0.607		C2	1.472	0.141
	C3	0.522	0.602		C3	-0.786	0.432
9	C1	0.596	0.551				
	C2	1.582	0.114				
	C3	0.966	0.334				

Tabel 20. Daftar Butir Tes Terindikasi DIF berdasarkan Jenis kelamin Pada Taraf Signifikansi 0.05

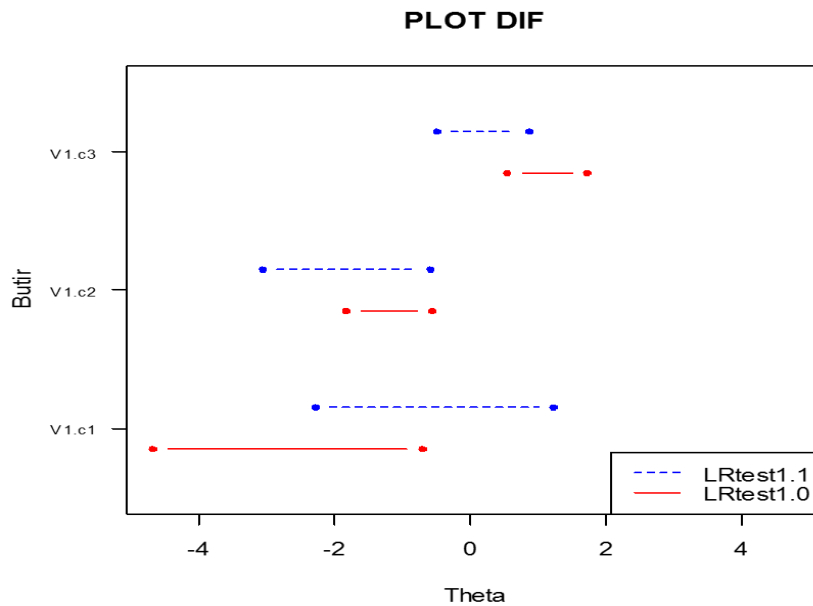
Butir	Threshold	Z statistic	p-value	Butir	Threshold	Z statistic	p-value
6	C1	2.267	0.023	13	C1	-2.756	0.006
	C2	2.490	0.013		C2	-1.704	0.088
	C3	1.690	0.091		C3	-1.690	0.091
7	C1	0.627	0.531	17	C1	2.022	0.043
	C2	1.937	0.053		C2	1.472	0.141
	C3	2.768	0.006		C3	-0.786	0.432



Gambar 8. Deskripsi DIF pada Butir Tes Literasi Sains untuk SMA Program MIPA

Dari Tabel 19 terlihat ada 4 butir dimana peluang untuk menjawab benar pada masing masing butir dalam satu testlet terdapat DIF. Bila menggunakan taraf signifikansi 0.05 maka butir nomor 6 terdapat dua *threshold* yang mengalami DIF sedangkan butir yang lain masing-masing mengalami satu *threshold* saja. Bila menggunakan taraf signifikansi 0.01 maka hanya no 7 dan 13 saja yang mengalami DIF. Sesuai dengan data pengambil tes, dimana proporsi laki-laki hanya 34,8 % , jauh dari proporsi yang ideal tentunya peneliti harus lebih berhati-hati dalam menentukan taraf signifikansi ketika akan menguji keberadaan DIF pada butir yang disebabkan oleh jenis kelamin. Bila pada taraf signifikansi 0.05 berarti peluang menolak H_0 yang benar sebanyak 0.05 , maka pada taraf signifikansi 0.01 berarti peluang menolak H_0 yang benar sebanyak 0.01. Berkaitan hal tersebut pada penentuan DIF, peneliti memilih taraf signifikansi 0.01 sehingga ada dua butir yang dianggap terdeteksi DIF.

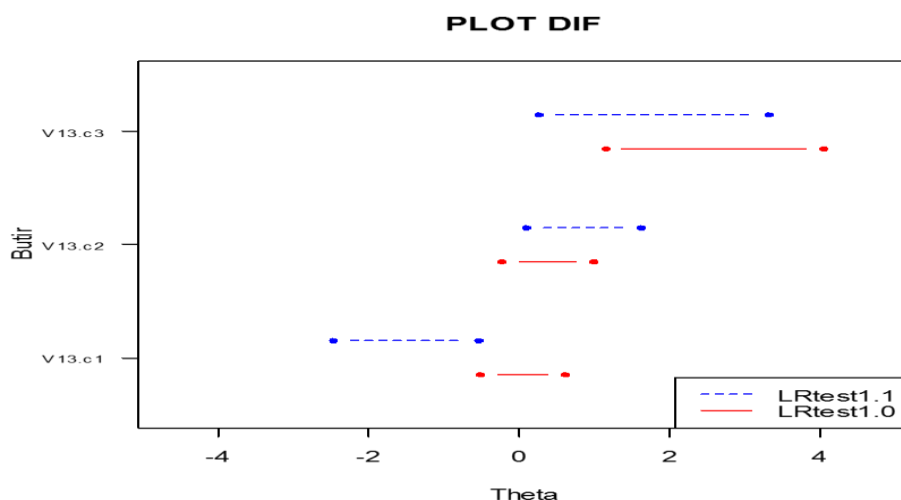
Gambar 9-10 masing –masing menggambarkan Plot DIF pada nomor 1, dan 13. Butir nomor 1 adalah butir yang bebas dari DIF, sedangkan butir nomor 13 adalah butir yang terdeteksi DIF. Garis LRtest1.1 menunjukkan peserta tes laki-laki, sedangkan garis LRtest 1.0 menunjukkan peserta tes perempuan. Akan terdeteksi DIF apabila garis LRtest 1.1 dengan garis LRtest1.0 tidak berhimpit sedangkan apabila garis LRtest1.1 dengan garis LRtest1.0 berhimpit maka tidak terdeteksi DIF.



Gambar 9. Plot DIF butir Nomor 1

Pada Butir Nomor 1 , ada tiga pasang garis LRtest yang mewakili tiga tingkat kesukaran (c1,c2,c3). Ketiga pasang garis tersebut masing masing memiliki daerah irisan, misalnya untuk *thresold* 3, pada kemampuan 0,5 hingga 1, peluang menjawab benar pada laki-laki dan perempuan sama. Pada *thresold* 2, untuk kemampuan -0.5 hingga -1.75, peluang menjawab benar pada peserta laki-laki sama dengan peserta perempuan. Pada *thresold* 1, untuk kemampuan -0.5 hingga -2.25, peluang menjawab benar pada peserta laki-laki sama dengan peserta perempuan. Dengan demikian pada butir tes yang tidak terdeteksi DIF akan ada peluang menjawab benar yang sama antara peserta tes laki-laki dan perempuan pada interval kemampuan tertentu.

Pada butir no 13 , dimana butir tersebut mengalami DIF pada *thresold* 1, akan terlihat bahwa peluang menjawab benar antara peserta tes laki-laki dan perempuan berbeda dan tidak mempunyai irisan. Seperti dijelaskan dalam Gambar 10, pada *thresold* 1, peluang menjawab benar untuk peserta tes laki-laki pada kemampuan -0.5 hingga -2.25 sedangkan peluang menjawab benar untuk peserta tes laki-laki pada kemampuan -0.4 hingga 0.75. Sedangkan pada *thresold* 2 dan 3 tidak mengalami DIF.



Gambar 10. Plot DIF Butir Nomor 13

Dari hasil penelitian diketahui bahwa ada ada tiga butir yang tidak layak digunakan sebagai instrumen pengukuran literasi sains yaitu butir yang tidak cocok dengan model (butir nomor 16) dan butir yang terdeteksi DIF pada taraf signifikansi 0.01 yaitu butir nomor 7 dan butir nomor 13. Sementara butir lainya dengan dengan analisis validitas yang mencakup isi, psikometri dan konstrak (isi, substantif, struktural, eksternal, konsekuensi) memenuhi persyaratan sebagai butir yang baik.

Butir nomor 16 memiliki nilai outfit t sebesar 2.12 , suatu angka yang berada diatas batas kewajaran yaitu -2.00 hingga 2.00. Nilai outfit ini menggambarkan penyimpangan respons peserta tes dari model yang ideal. Dengan nilai outfit yang melebihi batas kewajaran maka dapat dinyatakan bahwa item tersebut memiliki penyimpangan yang cukup signifikan dari model Rasch . Dalam hal ini artinya kinerja butir tes berbeda dari yang seharusnya. Penyimpangan tersebut terjadi bila respons siswa tidak dapat diprediksi dengan tepat dari model yang ada (tingkat kesulitan item dan kemampuan peserta tes). Butir yang fit menunjukkan bahwa semakin tinggi kemampuan peserta tes akan memiliki peluang menjawab benar semakin tinggi dan bila kemampuan peserta tes lebih tinggi dari tingkat kesukaran butir maka peserta tes tersebut pasti akan berhasil mengerjakanya. Butir yang tidak fit tentu tidak dapat diprediksikan, artinya beberapa peserta yang mempunyai kemampuan lebih tinggi dari tingkat kesukaran butir boleh jadi tidak berhasil menjawab atau bahkan sebagian peserta tes yang mempunyai kemampuan lebih rendah dari tingkat kesukaran butir justru berhasil menjawab. Butir-butir yang seperti ini disebut butir yang tidak teratur /*abberant item* (Egberink et al, 2010).

Apabila munculnya *abberant item* ini berkorelasi dengan atribut-atribut kualitatif siswa seperti halnya jenis kelamin , etnis atau yang lain secara konsisten maka butir tersebut dapat dinyatakan memiliki fungsi yang berbeda pada kedua kelompok atribut siswa tersebut. Kondisi demikian disebut telah mengalami *Differential item functioning* (Holland & Wainer, 2012). Munculnya DIF dalam model Rasch dapat dideteksi melalui Wald Test seperti telah dipaparkan sebelumnya.

Penyimpangan juga dapat terjadi disebabkan oleh respons siswa yang tidak beraturan (*response aberrant*). Penyimpangan respons ini terjadi bila peserta tes berhasil menjawab benar butir tes yang memiliki tingkat kesukaran diatas kemampuan peserta tes tersebut. Demikian pula sebaliknya terjadi pada peserta tes yang gagal menjawab benar butir tes yang memiliki tingkat kesukaran dibawah kemampuan peserta tersebut. Dalam hal seperti ini dinyatakan respons Respons siswa yang menyimpang dari model Rasch menunjukkan adanya indikasi siswa dalam mengerjakan memiliki karakter *careless* atau *lucky guess* atau bahkan *cheating* (Sumintono & Widhiarso, 2015). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa person fit dapat dijadikan data awal adanya *cheating*, *careless* atau *lucky guess* dalam pengerjaan tes oleh siswa (Shu et al, 2013; Wagner-Menghin et al, 2103; Meyer, & Zhu, 2013; Hohensinn, & Kubinger, 2011; Magis et al, 2012; Elhan et al, 2010; Lamprianou, 2010; Liu, & Yu, 2011). Untuk mengetahui secara pasti penyebab adanya respons yang menyimpang dapat dilakukan kajian secara kualitatif dengan observasi yang lebih intensif.

Butir nomor 7 berisi materi tentang kuark yang membentuk partikel eksotis. Butir nomor 13 berisi materi tentang keadaan di Bulan. Kedua materi tersebut membahas banyak hal yang bersifat abstrak. Untuk butir nomor 7 , proporsi siswa dengan jenis kelamin laki-laki yang menjawab benar sebanyak 0.521 sedangkan pada perempuan sebanyak 0.356. Pada butir nomor 13, proporsi siswa dengan jenis kelamin laki-laki yang menjawab benar sebanyak 0.410 sedangkan pada perempuan sebanyak 0.324. Kedua butir tersebut menguntungkan laki-laki dan secara signifikan mengandung DIF yang menguntungkan laki-laki. Fenomena ini mendukung beberapa penelitian sebelumnya dimana ditemukan bahwa laki-laki lebih mudah berfikir abstrak sedangkan perempuan memiliki keunggulan dalam berfikir konkrit (Wilson et al, 2016; Madsen et al, 2013; Dietz et al, 2012; Bates et al, 2013)

Dari hasil penelitian diketahui bahwa ada ada tiga butir yang tidak layak digunakan sebagai instrumen pengukuran literasi sains yaitu butir yang tidak cocok dengan model (butir nomor 16) dan butir yang terdeteksi DIF pada taraf signifikansi 0.01 yaitu butir nomor 7 dan butir nomor 13. Sementara Butir lainnya dengan dengan analisis validitas yang mencakup isi, psikometri dan konstruk (isi, substantif, struktural, eksternal, konsekuensi) memenuhi persyaratan sebagai butir yang baik.

Kelemahan studi ini adalah belum dilakukanya uji validitas kriteria terhadap instrumen tes. Uji validitas kriteria dibutuhkan agar dapat memastikan bahwa hasil uji tes sejalan dengan tes –tes standar lain yang memiliki kesamaan konstruk . Uji validitas kriteria ini dapat dilakukan dengan membandingkan hasil tes literasi sains siswa ini dengan hasil tes lain seperti halnya tes kecerdasan, tes bakat atau hasil ujian nasional. Kegiatan ini akan dilaksanakan pada penelitian tahun kedua.

4.2 Luaran

Berdasarkan pertimbangan semua aspek validitas , 14 butir tes layak digunakan sebagai butir tes yang mengukur kemampuan literasi sains siswa Sekolah Menengah Atas program MIPA berbasis IPA terpadu dengan mengacu pada capaian literasi sains sesuai standar PISA 2015 (lampiran 4) . Tes literasi sains ini berpeluang dapat diterapkan menjadi tes standar untuk mengakses literasi sains lulusan SMA program MIPA. Untuk hal tersebut perlu diusulkan hak kekayaan intelektualnya .

Luaran wajib yang dicapai dalam penelitian ini adalah Hak kekayaan intelektual (HAKI) . Penelitian ini menghasilkan instrumen tes yang mengukur kemampuan literasi sains siswa Sekolah Menengah Atas program MIPA berbasis IPA terpadu. Instrumen tersebut selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4. Instrumen tersebut telah memperoleh Hak Kekayaan Intelektual dengan nomor permohonan EC00201947266 tanggal 24 Juli 2019 dan nomor pencatatan 000147449. Hak cipta atas nama Purwo Susongko, Mobinta Kusuma dan Yuni Arfiani. Selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.

BAB 5

RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Pada penelitian tahun pertama belum dilakukan uji validitas kriteria terhadap instrumen tes. Uji validitas kriteria dibutuhkan agar dapat memastikan bahwa hasil uji tes sejalan dengan tes –tes standar lain yang memiliki kesamaan konstruk . Uji validitas kriteria ini dapat dilakukan dengan membandingkan hasil tes literasi sains siswa ini dengan hasil tes lain seperti halnya tes kecerdasan, tes bakat atau hasil ujian nasional. Demikian pula belum dilakukan penyusunan standar kelulusanya serta payung hukum serta mekanisme pelaksanaan tes . Beberapa kegiatan yang akan dilaksanakan pada tahun kedua adalah :

1. Pelaksanaan tes literasi sains berbasis IPA terpadu bagi seluruh siswa SMA 2 dan SMA 3 Kota Tegal
2. Uji Validitas Kriteria tes literasi sains berbasis IPA terpadu
3. Penerbitan payung hukum kebijakan tes literasi sains
4. Penyusunan standar kelulusan tes literasi sains berbasis IPA terpadu
5. Model pelaporan Tes literasi sains berbasis IPA terpadu

BAB 6

SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

- 6.1.1. Konstruksi tes terdiri dari 17 kasus IPA terpadu yang disajikan dalam bentuk testlet masing- masing tiga butir pertanyaan mengacu pada kompetensi literasi sains sesuai standar PISA 2015.
- 6.1.2. Butir-butir Instrumen tes literasi sains berbasis IPA terpadu telah memenuhi validitas dari aspek isi
- 6.1.3. Butir-butir Instrumen tes literasi sains berbasis IPA terpadu telah memenuhi validitas aspek psikometrik .
- 6.1.4. Validasi kontrak dengan pemodelan Rasch memberikan hasil sebagai berikut: (1) Tingkat kesukaran butir berada pada range -3 hingga 3 , artinya butir-butir tes tersebut cocok untuk semua kemampuan peserta tes, (2) Pada taraf kepercayaan 95 % , ada 16 butir yang cocok dengan pemodelan , (3) Pada taraf kepercayaan 95 % , sebanyak 97,32 % respons siswa cocok dengan pemodelan, (4) Pada taraf 99 % , ada 4 butir yang mengandung DIF.

Berdasarkan pertimbangan semua aspek validitas , 14 butir tes layak digunakan sebagai butir tes yang mengukur kemampuan literasi sains siswa Sekolah Menengah Atas program MIPA berbasis IPA terpadu dengan mengacu pada capaian literasi sains sesuai standar PISA

6.2. Saran

Setelah dilakukan pembahasan tentang model pengukuran literasi sains berbasis IPA terpadu dengan pemodean Rasch , peneliti memberikan rekomendasi hal hal sebagai berikut :

- 6.2.1. Tes literasi sains berbasis IPA terpadu dapat digunakan sebagai uji komprehensif lulusan SMA program MIPA untuk memastikan tujuan pendidikan SMA program MIPA dapat tercapai.
- 6.2.2. Perlu kajian model pelaporan hasil uji literasi sains berbasis IPA terpadu yang terintegrasi dengan standar yang telah ditetapkan oleh Pemerintah
- 6.2.3. Perlu peningkatan kemampuan guru dalam membuat butir-butir tes yang bersifat *higher order thinking* dan mengacu pada capaian literasi sains siswa
- 6.2.4. Perlu pengembangan bahan ajar IPA terpadu pada kurikulum SMA program MIPA untuk peningkatan literasi sains siswa
- 6.2.5. Sekolah Menengah Atas sebaiknya memiliki standar kelulusan untuk tiap program studi yang komprehensif sebagai pelengkap dari standar kelulusan yang telah ditetapkan oleh Pemerintah sehingga ketercapaian visi sekolah dapat terukur

DAFTAR PUSTAKA

- Ayele, Dawit G; Zewotir, Temesgen; Mwambi, Henry (2014). Using Rasch Modeling to Re-Evaluate Rapid Malaria Diagnosis Test Analyses. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11.(7) 6681-91.
- Baghaei, P., & Amrahi, N. (2011). Validation of a Multiple Choice English Vocabulary Test with the Rasch Model. *Journal of Language Teaching & Research*, 2(5).
- Baghaei, P., & Ravand, H. (2016). Modeling Local Item Dependence in Cloze and Reading Comprehension Test Items Using Testlet Response Theory. *Psicologica: International Journal of Methodology and Experimental Psychology*, 37(1), 85-104.
- Bates, S., Donnelly, R., MacPhee, C., Sands, D., Birch, M., & Walet, N. R. (2013). Gender differences in conceptual understanding of Newtonian mechanics: a UK cross-institution comparison. *European Journal of Physics*, 34(2), 421.
- Bereiter, C. (2002). Design research for sustained innovation. *Cognitive Studies*, 9(3), 321-327.
- Bybee RW. Scientific Literacy in Environmental and Health Education. In Zeyer & Kyburz-Graber, R. (Eds.) *Science/ Environment/Health. Towards a Renewed Pedagogy for Science Education*. New York: Springer, 2012; p.49-68.
- Cervetti, G. N., Barber, J., Dorph, R., Pearson, P. D., & Goldschmidt, P. G. (2012). The impact of an integrated approach to science and literacy in elementary school classrooms. *Journal of research in science teaching*, 49(5), 631-658.
- Czerniak, Charlene M; Weber, William B Jr Sandmann, Alexa Ahern, John **Source:**School Science & Mathematics 421-430 99, no. 8 (Dec 1999): p. 421-430 **ISSN:** 0036-6803 **Number:** 47095325 **Copyright:** Copyright School Science and Mathematics Association, Incorporated Dec 1999 .
- Czerniak, C. (2007). Interdisciplinary science teaching. In S. a. Abell, *Handbook of research on science education* (pp. 537-560).
- Dietz, R. D., Pearson, R. H., Semak, M. R., & Willis, C. W. (2012, February). Gender bias in the force concept inventory?. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1413, No. 1, pp. 171-174). AIP.
- Edwards, A., & Alcock, L. (2010). Using Rasch analysis to identify uncharacteristic responses to undergraduate assessments. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, 29(4), 165-175.
- Egberink, I. J., Meijer, R. R., Veldkamp, B. P., Schakel, L., & Smid, N. G. (2010). Detection of aberrant item score patterns in computerized adaptive testing: An empirical example using the CUSUM. *Personality and individual differences*, 48(8), 921-925.

- Elhan, A. H., Küçükdeveci, A. A., & Tennant, A. L. A. N. (2010). The Rasch measurement model. *Research Issues in physical and rehabilitation Medicine*, 89-102.
- English, L. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1–8.
- Gall, J. P., Gall, M. D., & Borg, W. R. (1999). *Applying educational research: A practical guide*. Longman Publishing Group.
- Molenda, M. (2003). In search of the elusive ADDIE model. *Performance improvement*, 42(5), 34-37.
- Greenleaf, C. L., Litman, C., Hanson, T. L., Rosen, R., Boscardin, C. K., Herman, J., ... & Jones, B. (2011). Integrating literacy and science in biology: Teaching and learning impacts of reading apprenticeship professional development. *American Educational Research Journal*, 48(3), 647-717.
- Haladyna, T. M. (2004). *Developing and validating multiple-choice test items*. Psychology Press.
- Hambleton, R. K., Swaminathan, H., & Rogers, H. J. (1991). *Fundamentals of item response theory* (Vol. 2). Sage.
- Hanson, S. (2016). The assessment of scientific reasoning skills of high school science students: A standardized assessment instrument.
- Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2016). Knowledge capital, growth, and the East Asian miracle. *Science*, 351(6271), 344-345.
- Haryati, S. (2012). Research and Development (R&D) sebagai salah satu model penelitian dalam bidang pendidikan. *Majalah Ilmiah Dinamika*, 37(1), 15.
- Herrmann-Abell, C. F., & DeBoer, G. E. (2011). Using distractor-driven standards-based multiple-choice assessments and Rasch modeling to investigate hierarchies of chemistry misconceptions and detect structural problems with individual items. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(2), 184-192.
- Hohensinn, C., & Kubinger, K. D. (2011). On the impact of missing values on item fit and the model validity of the Rasch model. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 53(3), 380.
- Holbrook J, Rannikmae M. The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*. 2009; 4(3):275-288.
- Holland, P. W., & Wainer, H. (2012). *Differential item functioning*. Routledge.
- Isgiyanto, A. (2013). *Perbandingan Penyekor Model Rasch dan Model Partial Credit pada Matematika*. *Jurnal Kependidikan: Penelitian Inovasi Pembelajaran*, 43(1).
- Kementerian Pendidikan Nasional Republik Indonesia (2006). Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2006 tentang Standar Kompetensi Lulusan Untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah
- KÖSE, İ. A. (2014). Assessing model data fit of unidimensional item response theory models in simulated data. *Educational Research and Reviews*, 9(17), 642-649.

- Lamb, R. L., Annetta, L., Meldrum, J., & Vallett, D. (2012). *Measuring science interest: Rasch validation of the science interest survey. International Journal of Science and Mathematics Education, 10(3), 643-668.*
- Lamprianou, I. (2010). The practical application of Optimal Appropriateness Measurement on empirical data using Rasch Models. *Journal of applied measurement, 11(4), 409.*
- Laugksch R.(2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education; 84(1):71-94*
- Liu, M. T., & Yu, P. T. (2011). Aberrant learning achievement detection based on person-fit statistics in personalized e-learning systems. *Journal of Educational Technology & Society, 14(1), 107-120.*
- Liu, X. (2010). *Using and developing measurement instruments in science education: A Rasch modeling approach. Iap.*
- Lu, Yen-Mou, et al.(2013). Measurement precision of the disability for back pain scale-by applying Rasch analysis. *Journal of Health and Quality of Life Outcomes, 11, Page 119* <http://search.proquest.com/docview/1412368063?accountid=62691>.
- Madsen, A., McKagan, S. B., & Sayre, E. C. (2013). Gender gap on concept inventories in physics: What is consistent, what is inconsistent, and what factors influence the gap?. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research, 9(2), 020121.*
- Magis, D., Raîche, G., & Béland, S. (2012). A didactic presentation of Snijders's lz* index of person fit with emphasis on response model selection and ability estimation. *Journal of Educational and Behavioral statistics, 37(1), 57-81.*
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). *STEM: Country comparisons.* Melbourne: Australian Council of Learned Academies.
- Mari, L., Carbone, P. and Petri, D. (2012). Measurement fundamentals: A pragmatic view. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 61(8), 2107-2114*
- Maria, A (2008). *Defining Integrated Science Education and Putting It to Test .The Swedish National Graduate . Dissertation. Tidak dipublikasikan*
- Messick, S. (1996). Validity and washback in language testing. *Language testing, 13(3), 241-256.*
- Meyer, J. P., & Zhu, S. (2013). Fair and equitable measurement of student learning in MOOCs: An introduction to item response theory, scale linking, and score equating. *Research & Practice in Assessment, 8, 26-39.*
- Mok, M. and Wright, B. (2004). Overview of Rasch Model Families. **In** *Introduction to Rasch Measurement: Theory, Models and Applications* (hal 1-24). Minnesota: Jam Press.
- Morris, G. A., Harshman, N., Branum-Martin, L., Mazur, E., Mzoughi, T., & Baker, S. D. (2012). An item response curves analysis of the Force Concept Inventory. *American Journal of Physics, 80(9), 825-831.*

- National Academy of Engineering and National Research Council [NAE & NRC]. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington: National Academies Press.
- Neumann, I., Neumann, K., & Nehm, R. (2011). *Evaluating instrument quality in science education: Rasch-based analyses of a nature of science test*. *International Journal of Science Education*, 33(10), 1373-1405.
- NRC. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Research Council
- NSTA. *Teaching Science and Technology in the Context of Societal and Personal Issues*. Retrieved, 2010-2014 .
- OECD .(2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*, PISA, OECD Publishing, Paris. retrieved from <http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- Planinic, M., Ivanjek, L., & Susac, A. (2010). Rasch model based analysis of the Force Concept Inventory. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 6(1), 010103.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2014). *Design and development research: Methods, strategies, and issues*. Routledge.
- Romine, W. L., Schaffer, D. L., & Barrow, L. (2015). Development and application of a novel Rasch-based methodology for evaluating multi-tiered assessment instruments: Validation and utilization of an undergraduate diagnostic test of the water cycle. *International Journal of Science Education*, 37(16), 2740-2768.
- Rudolph, J. L., & Horibe, S. (2016). What do we mean by science education for civic engagement?. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(6), 805-820.
- Sheu, T. W., Tsai, C. P., Tzeng, J. W., Chen, T. L., & Nagai, M. (2013). An Algorithm of the Misconception Order. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 284, pp. 3010-3014). Trans Tech Publications.
- Shu, Z., Henson, R., & Luecht, R. (2013). Using deterministic, gated item response theory model to detect test cheating due to item compromise. *Psychometrika*, 78(3), 481-497.
- Singh, O. B. (2009). *Development and validation of a web-based module to teach metacognitive learning strategies to students in higher education*. University of South Florida.
- Sjaastad, J. (2014). *Enhancing measurement in science education research through Rasch analysis: Rationale and properties*. *Nordic Studies in Science Education*, 10(2), 212-230.
- Smith, Adam B, et al (2010). A Rasch and confirmatory factor analysis of the General Health Questionnaire (GHQ) – 12. *Journal Health and Quality of Life Outcomes*, 8, _ pages: 45. <http://search.proquest.com/docview/902252382?accountid=62691>

- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2014). *Aplikasi model Rasch untuk penelitian ilmu-ilmu sosial (edisi revisi)*. Trim Komunikata Publishing House
- Susongko, P. (2016). Validation of science achievement test with the rasch model. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 268-277.
- Tamassia, L., & Frans, R. (2014). Does integrated science education improve scientific literacy?. *Journal of the European Teacher Education Network*, 9, 131-141
- UNESCO. Current Challenges in Basic Science Education. Paris, UNESCO, 2010
- Wagner-Menghin, M., Preusche, I., & Schmidts, M. (2013). The effects of reusing written test items: A study using the Rasch model. *ISRN Education*, 2013.
- Wahyuni, S. (2015). DEVELOPING SCIENCE LEARNING INSTRUMENTS BASED ON LOCAL WISDOM TO IMPROVE STUDENTS'CRITICAL THINKING SKILLS.
- Wainer, H., Bradlow, E. T., & Wang, X. (2007). *Testlet response theory and its applications*. Cambridge University Press.
- Wenning, C. J. (2007). Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 4(2), 21-24.
- Wenning, C. J., & Vieyra, R. E. (2015). *Teaching High School Physics Volume I*. Rebecca Vieyra.
- Widhiarso, W., Suhapti, R., & No, J. S. H. (2018). Penggunaan Testlet dalam Pengembangan Tes Psikologi. *INSAN Jurnal Psikologi dan Kesehatan Mental*, 3(1).
- Wilson, K., Low, D., Verdon, M., & Verdon, A. (2016). Differences in gender performance on competitive physics selection tests. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020111.
- Wind, S. A., & Gale, J. D. (2015). Diagnostic Opportunities Using Rasch Measurement in the Context of a Misconceptions-Based Physical Science Assessment. *Science Education*, 99(4), 721-741.
- Wolfe, E. W., & Smith, J. E. (2007). Instrument development tools and activities for measure validation using Rasch models: part II--validation activities. *Journal of applied measurement*, 8(2), 204-234.
- Wright, B. D., & Stone, M. H. (1979). Best test design.
- Wu, M., & Adams, R. (2007). *Applying the Rasch model to psycho-social measurement: A practical approach*. Melbourne: Educational Measurement Solutions.
- Yenni, R., Hernani, & Widodo, A. (2017, May). The implementation of integrated science teaching materials based socio-scientific issues to improve students scientific literacy for environmental pollution theme. In *AIP Conference Proceedings*(Vol. 1848, No. 1, p. 060002). AIP Publishing

KISI-KISI INSTRUMEN

**TES LITERASI SAINS BERBASIS IPA TERPADU UNTUK SISWA SMA
PROGRAM MIPA**



Oleh

Dr Purwo Susongko,MPd

Mobinta Kusuma,MPd

Yuni Arfiani,MPd

2019

TES LITERASI SAINS BERBASIS IPA TERPADU UNTUK SISWA SMA PROGRAM MIPA

A. Pengantar

Literasi sains masyarakat yang tinggi berpengaruh sangat signifikan terhadap kemajuan suatu Bangsa. Hal ini disebabkan literasi sains masyarakat berpengaruh positif terhadap kualitas pembangunan ekonomi, demokrasi, budaya dan kualitas kepribadian seseorang. Beberapa studi menunjukkan bahwa pembelajaran IPA yang disajikan secara terpadu mempunyai pengaruh yang lebih kuat terhadap peningkatan literasi sains siswa. Studi yang dilakukan oleh Maria Astrom (2008) terhadap hasil PISA 2006 menunjukkan ada perbedaan kemampuan literasi sains pada siswa yang belajar IPA secara terpadu dan yang belajar IPA secara terpisah bahkan untuk siswa perempuan perbedaan ini sangat signifikan.

Proses pembelajaran maupun evaluasi mata pelajaran IPA di SMA Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam (MIPA) selama ini dilakukan secara terpisah melalui mata pelajaran Fisika, Kimia, Biologi. Hal tersebut menyebabkan kemampuan lulusan SMA program MIPA belum mencakup kemampuan IPA terpadu. Ujian Nasional (UN) tidak mampu membangun kompetensi siswa semenjak tidak menjadi penentu kelulusan dan tidak semua mata pelajaran di ujikan. Hal ini menyebabkan perlunya dibuat ujian akhir yang komprehensif mencakup kompetensi IPA secara terpadu di SMA dengan memperhatikan capaian aspek literasi sains.

Aspek literasi sains yang diukur dalam instrumen ini mengacu pada capaian literasi sains yang digunakan oleh PISA (*Programme for International Science Student Assessment*) pada survey 2015. PISA mendefinisikan literasi sains sebagai kemampuan untuk terlibat dengan isu-isu terkait sains, dan dengan gagasan sains, sebagai wujud reflektif. Orang yang terpelajar secara ilmiah bersedia untuk terlibat dalam wacana beralasan tentang sains dan teknologi, yang membutuhkan kompetensi untuk:

1. Menjelaskan fenomena secara ilmiah : mengenali, menawarkan dan mengevaluasi penjelasan untuk berbagai fenomena alam dan teknologi dengan indikator-indikator sebagai berikut :
 - a. Mengingat dan menerapkan pengetahuan ilmiah yang sesuai
 - b. Mengidentifikasi, menggunakan dan mampu menghasilkan model penjelasan
 - c. Membuat dan membenarkan prediksi yang tepat
 - d. Menawarkan hipotesis penjelasan
 - e. Menjelaskan implikasi potensial dari pengetahuan ilmiah bagi masyarakat

2. Menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah : menganalisis dan mengevaluasi data, klaim dan argumen dalam berbagai representasi dan menarik kesimpulan ilmiah yang sesuai dengan indikator –indikator sebagai berikut :
 - a. Mengubah data dari satu representasi ke representasi yang lain
 - b. Menganalisis dan menafsirkan data dan menarik kesimpulan yang tepat
 - c. Mengidentifikasi asumsi, bukti, dan alasan dalam teks yang berkaitan dengan sains
 - d. Membedakan antara argumen yang didasarkan pada bukti ilmiah dan teori dan yang didasarkan pada pertimbangan lain
 - a. Mengevaluasi argumen ilmiah dan bukti dari berbagai sumber (seperti koran, Internet, jurnal)

3. Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah : mendeskripsikan dan menilai penyelidikan ilmiah dan mengusulkan cara untuk menjawab pertanyaan secara ilmiah dengan indikator-indikator sebagai berikut:
 - a. Mengidentifikasi pertanyaan yang dieksplorasi dalam studi ilmiah yang diberikan
 - b. Membedakan pertanyaan yang dapat diselidiki secara ilmiah
 - c. Mengusulkan cara mengeksplorasi pertanyaan yang diberikan secara ilmiah
 - d. Mengevaluasi cara mengeksplorasi pertanyaan yang diberikan secara ilmiah
 - e. Menjelaskan dan mengevaluasi bagaimana para ilmuwan memastikan keandalan data, dan objektivitas
 - f. Membuat generalisasi dari penjelasan

Materi soal dalam tes ini adalah uraian singkat (panel) berkaitan dengan tema –tema yang bersifat IPA terpadu . Hal ini menyebabkan perlu pembatasan indikator dari setiap jenjang literasi sains tersebut. Beberapa indikator yang akan diukur dapat diejelaskan seperti pada Tabel 1 berikut:

Capaian Literasi Sains	Indikator Yang digunakan
Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Mengingat dan menerapkan pengetahuan ilmiah yang sesuai
	Mengidentifikasi, menggunakan dan mampu menghasilkan model penjelasan
Menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah	Mengubah data dari satu representasi ke representasi yang lain
	Menganalisis dan menafsirkan data serta menarik kesimpulan yang tepat
	Mengidentifikasi asumsi, bukti, dan alasan dalam teks yang berkaitan dengan sains
Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah	Membuat generalisasi dari penjelasan
	Mengidentifikasi pertanyaan yang dieksplorasi dalam studi ilmiah yang diberikan
	Mengidentifikasi pertanyaan yang dieksplorasi dalam studi ilmiah yang diberikan

Untuk menjamin validitas hasil pengukuran, respons dari responden dianalisis dengan pemodelan Rasch dengan model Partial Credit Model (PCM). Model Rasch adalah representasi dari konsep pengukuran yang objektif dalam ilmu-ilmu sosial dan penilaian pendidikan dimana 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.

B. Bentuk Tes

Tes untuk Asesmen Literasi Sains siswa SMA Program MIPA ini terdiri dari 14 soal masing-masing adalah *testlet* dengan tiga butir. Materi soal adalah uraian singkat (panel) berkaitan dengan tema –tema yang bersifat IPA terpadu. Untuk setiap panel diberikan tiga butir pilihan ganda dengan lima alternatif jawaban. *Passage* atau naskah diambil dari berbagai sumber seperti halnya Science News, www.sciencenewsforstudents.org, www.readwork.org , dan beberapa dari ujian IPA terpadu pada seleksi masuk perguruan tinggi di Indonesia . Butir-butir soal dikembangkan berdasarkan capaian literasi sains namun dengan memperhatikan kompetensi Matematika, Fisika, Kimia dan Biologi yang terpadu. Masing-masing butir secara terurut mengukur kemampuan siswa dalam menjelaskan fenomena secara ilmiah (butir pertama), menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah (butir kedua) serta mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah (butir ketiga). Selain mengukur capaian literasi sains , tes ini juga mengukur kemampuan siswa dalam kompetensi.

Skoring tiap butir dalam satu testlet bersifat dikotomos (1 atau 0) sedangkan skoring setiap testlet bersifat politomos dengan empat kategori masing masing 0.1.2 dan 3., seperti tabel 2 berikut ini .

Tabel 2: Model Penskoran Instrumen

Skor	Kriteria
0	Tidak berhasil menjawab semua butir
1	Berhasil menjawab satu butir dalam satu testlet
2	Berhasil menjawab dua butir dalam satu testlet
3	Berhasil menjawab semua butir

Tes ini diberikan minimal kepada siswa kelas XI SMA program MIPA pada akhir semester Genap dengan mengambil durasi selama 150 menit. Uji coba tes berisi 17 Tema dan setelah melalui analisis yang memenuhi semua aspek validitas dengan pemodelan Rasch Model, dihasilkan sebanyak 14 tema seperti dijelaskan dalam Tabel 3. Berikut adalah daftar berita sains yang dijadikan soal dalam pengukuran literasi sains berbasis IPA terpadu ini (Tabel 3).

Tabal 3: Daftar Berita Ilmiah Dalam Pengukuran Literasi Sains Siswa SMA

No Butir	Tema atau berita ilmiah
1	50 Tahun Yang Lalu, Orang Mengira MSG Menyebabkan 'Sindrom Restoran Cina'
2	Makan Banyak Serat Dapat Meningkatkan Beberapa Perawatan Kanker
3	Lautan yang memanas karena perubahan iklim menghasilkan lebih sedikit ikan
4	Menonton TV dikaitkan dengan penurunan memori verbal pada orang tua .
5	Tidur di akhir pekan tidak bisa menebus tidur yang hilang
6	Memahami Tsunami
7	Cara mengubah rumah kaca menjadi pembangkit tenaga listrik
8	Proses
9	Peneliti Mulai Memahami Formasi Memori Palsu Lebih Baik
10	Karbon Dioksida Dalam Mamalia
11	Sintesis Amonia
12	Logam Aluminium
13	Minyak Akar Wangi
14	Bioenergi

C. Analisis Validitas

Ada tiga jenis validasi dalam pengembangan instrumen yaitu validasi isi, validasi aspek psikometrik dan validasi konstruk dengan pemodelan Rasch . Instrumen akan diuji cobakan pada siswa kelas XII Program MIPA dari SMA 2 Kota Tegal dan SMA 3 Kota Tegal melibatkan 112 siswa . Konstruksi tes terdiri dari 17 kasus IPA terpadu yang disajikan dalam bentuk testlet masing- masing tiga butir pertanyaan mengacu pada kompetensi literasi sains sesuai standar PISA 2015.

Dengan pemodelan Rasch, butir-butir tes diharapkan memenuhi validitas konstruk dari aspek isi, substantif, struktural, eksternal, dan konsekuensi.

NASKAH TES LITERASI SAINS BERBASIS IPA TERPADU UNTUK SISWA SMA PROGRAM MIPA

Petunjuk

1. Tes ini mengukur kemampuan kita dalam capaian literasi sains dan dalam menguasai Matematika, Fisika, Kimia dan Biologi yang terintegrasi dalam IPA terpadu
2. Tes ini terdiri dari 10 testlet (kumpulan butir tes yang saling berhubungan) dan setiap testlet terdiri dari tiga butir tes pilihan ganda dengan lima alternatif jawaban
3. Dalam menjawab, gunakan lembar jawab yang telah disediakan dengan mengisi alternatif jawaban yang anda anggap paling benar
4. Dilarang membuat coretan atau mengotori naskah soal
5. Dalam skoring ditentukan bila jawaban anda benar akan mendapat skor 1 dan apabila salah atau tidak menjawab diberi skor 0 .

Selamat mengerjakan

Tema I

50 TAHUN YANG LALU, ORANG MENGIRA MSG MENYEBABKAN 'SINDROM RESTORAN CINA'

Kutipan dari Science News edisi 8 Maret 1969

Oleh Allie Wilkinson (28 Februari 2019)



Dua puluh ribu ton monosodium L-glutamat atau disebut juga mononatrium L-glutamat diproduksi setiap tahun di Amerika Serikat. Namun demikian , menurut para peneliti di Fakultas Kedokteran Albert Einstein di Bronx, "MSG bukanlah zat yang sepenuhnya tidak berbahaya." Dalam berita *Science* (21 Februari) , peneliti melaporkan "bukti bahwa MSG

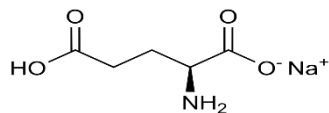
menyebabkan sakit kepala, juga sebagai gejala sensasi terbakar pada penyakit Chinese Restaurant akut, tekanan wajah, dan nyeri dada.”, Science News, 8 Maret 1969.

Data terbaru

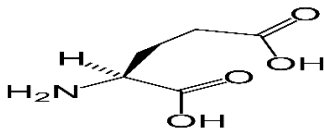
Penelitian secara konsisten gagal memvalidasi klaim bahwa MSG menyebabkan penyakit. Sebuah laporan tahun 1995 yang dipesan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan AS menyarankan bahwa beberapa orang bisa mendapatkan gejala seperti sakit kepala atau kantuk karena makan tiga gram atau lebih MSG pada perut kosong. Tetapi karena rata-rata orang dewasa hanya mengonsumsi 0,55 gram MSG tambahan per hari, FDA menganggapnya aman. MSG tetap populer dalam masakan Cina dan dalam produk-produk seperti keripik kentang dan saus salad. Rasa MSG, *umami*, bahkan merupakan kategori rasa dengan penggemar tersendiri (SN: 4/6/02, hlm. 221).

1. Rumus Kimia dari MSG adalah :

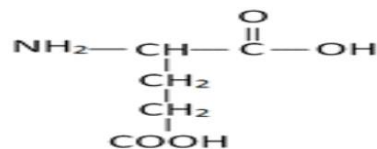
A.



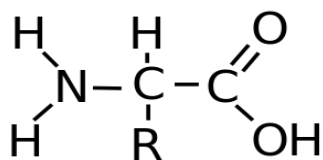
B.



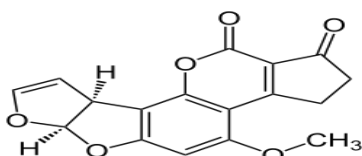
C.



D.



E.



2. Menurut Penelitian terakhir penyebab penyakit sakit kepala atau mengantuk adalah ...
- A. Mengonsumsi makanan yang mengandung MSG
 - B. Mengonsumsi makanan dari Restoran China
 - C. Mengonsumsi MSG lebih dari 3 gram pada kondisi perut kosong
 - D. Mengonsumsi MSG lebih dari 0,55 gram pada kondisi perut kosong
 - E. Mengonsumsi MSG kurang dari 0,55 gram
3. Dari informasi tersebut dapat disimpulkan bahwa:
- A. Mengonsumsi MSG lebih dari 3 gram setiap hari adalah aman
 - B. Mengonsumsi MSG kurang dari 0,55 gram setiap hari adalah aman
 - C. MSG Bebas dikonsumsi dalam kadar berapapun asal perut tidak kosong
 - D. MSG tidak berhubungan dengan penyakit
 - E. MSG berhubungan dengan penyakit sakit kepala

Tema II

MAKAN BANYAK SERAT DAPAT MENINGKATKAN BEBERAPA PERAWATAN KANKER

Oleh Tina Hesman Saey, 12:32PM, SCIENCE NEWS , MARCH 1, 2019



Apa yang Anda makan dapat mempengaruhi seberapa baik terapi kekebalan bekerja melawan kanker. Diet tinggi serat dapat mengubah mikroba usus dan membuat terapi ini lebih efektif, tetapi mengambil produk probiotik bisa berakibat sebaliknya. Para peneliti mengamati orang dengan kanker kulit melanoma yang mendapatkan semacam terapi kekebalan yang disebut *PD-1 blockade* atau *checkpoint inhibition* (SN: 10/27/18, p. 16). Mereka yang makan makanan tinggi serat lima kali lebih mungkin untuk memiliki terapi menghentikan pertumbuhan atau mengecilkan tumor daripada mereka yang diet rendah serat, para peneliti melaporkan 27 Februari dalam konferensi pers yang diadakan oleh American Association for Cancer Research.

Diet tinggi serat tampaknya menumbuhkan koleksi mikroba usus yang lebih beragam, yang dikaitkan dengan hasil yang lebih baik dari terapi PD-1 blockade, kata Christine Spencer, seorang ilmuwan peneliti di Institut Parker untuk Imunoterapi Kanker di San Francisco. Tetapi suplemen probiotik - pil atau suplemen makanan yang seharusnya

mengandung bakteri bermanfaat - sebenarnya mengurangi keragaman mikroba dalam usus pasien kanker, para peneliti menemukan. Hanya sekitar 20 hingga 30 persen pasien kanker yang melihat tumornya berhenti tumbuh atau menyusut dengan imunoterapi PD-1 blockade. Spencer dan rekannya sebelumnya telah menentukan bahwa bakteri dalam keluarga Ruminococcaceae tampaknya meningkatkan respons terhadap pengobatan, tetapi para peneliti tidak tahu mengapa beberapa orang memiliki lebih banyak bakteri yang membantu daripada yang lain.

Diet adalah salah satu cara untuk mengubah microbiome seseorang, kumpulan bakteri, jamur, dan mikroba lain yang hidup di dalam tubuh (SN: 5/30/15, hlm. 18). Jadi Spencer dan koleganya di MD Anderson Cancer Center di Houston mensurvei 113 orang dengan melanoma tentang diet mereka, termasuk penggunaan probiotik, dan mengumpulkan sampel tinja dari masing-masing peserta. 46 pasien yang mengonsumsi jumlah serat tertinggi dalam makanan mereka, termasuk buah-buahan, sayuran dan biji-bijian, cenderung memiliki lebih banyak bakteri yang terkait dengan respons terhadap terapi kekebalan tubuh, tim menemukan. Dan, pada kenyataannya, pasien-pasien itu cenderung mendapatkan efek positif dari terapi. Partisipan yang makan lebih banyak daging olahan dan kelebihan gula memiliki lebih sedikit bakteri itu, dan tumornya lebih mungkin tumbuh meskipun telah menjalani perawatan kekebalan.

Lebih dari 40 persen pasien mengatakan mereka menggunakan probiotik. Orang-orang itu memiliki keanekaragaman mikroba usus yang lebih rendah daripada orang-orang yang tidak mengonsumsi suplemen. "Banyak orang memiliki persepsi bahwa probiotik akan memiliki manfaat kesehatan, tetapi itu mungkin tidak berlaku untuk pasien kanker," kata Spencer. Dia dan rekan-rekannya akan menyajikan lebih banyak data dari penelitian ini, termasuk tentang efek probiotik pada terapi kekebalan, pada 2 April di Atlanta selama pertemuan tahunan asosiasi penelitian kanker. Pekerjaan baru menambah semakin banyak studi baru-baru ini yang mengisyaratkan bahwa probiotik mungkin tidak menawarkan manfaat kesehatan yang diharapkan dokter dan pasien. Sementara data tersebut masih awal, penelitian menunjukkan bahwa mungkin ada cara untuk meningkatkan imunoterapi untuk pasien kanker, kata Cynthia Sears, seorang spesialis penyakit menular di Fakultas Kedokteran Universitas Johns Hopkins. "Ini menarik dan harus ditindaklanjuti," katanya.

Banyak penelitian telah mengaitkan diet tinggi serat dengan penurunan risiko kanker dan peningkatan kesehatan lainnya. Bahkan jika makan lebih banyak buah dan sayuran tidak meningkatkan efektivitas terapi kekebalan tubuh, Sears mengatakan, "sisi baiknya adalah Anda mungkin tidak menyakiti siapa pun dengan diet tinggi serat."

1. Dibawah ini adalah makanan yang dapat digunakan untuk diet tinggi serat, kecuali ...
 - a. Biji-bijian dan gandum seperti bubur gandum (oatmeal), kuaci, dan chia seed.
 - b. Roti, terutama jenis roti gandum.
 - c. Buah-buahan seperti pir, raspberry, blackberry, dan pisang.
 - d. Sayuran seperti brokoli, wortel, dan sawi
 - e. Daging sapi

2. Melalui risetnya, American Association for Cancer Research merekomendasikan hal berikut bagi penderita kanker, kecuali
 - a. Melakukan diet tinggi serat
 - b. Tidak banyak mengonsumsi daging
 - c. Tidak banyak mengonsumsi gula
 - d. Banyak mengonsumsi suplemen probiotik atau suplemen makanan yang mengandung bakteri bermanfaat
 - e. Banyak mengonsumsi buah tinggi serat

3. Berdasarkan riset tersebut bila X = kemungkinan berhentinya pertumbuhan atau mengecilnya tumor pada penderita kanker yang diet tinggi serat dan Y = kemungkinan berhentinya pertumbuhan atau mengecilnya tumor pada penderita kanker yang diet rendah serat, maka hubungan X dan Y adalah sebagai berikut:
 - A. $Y=5X$
 - B. $Y=X/5$
 - C. $X=Y/5$
 - D. $Y=X$
 - E. $Y>X$

Tema III

Lautan yang memanas karena perubahan iklim menghasilkan lebih sedikit ikan

OLEH GRAMLING Carolyn, 2:00 siang, 28 FEBRUARI 2019



Menemukan ikan akan semakin sulit karena perubahan iklim terus memanasakan lautan dunia. Peningkatan suhu lautan selama lebih dari 80 tahun telah mengurangi tangkapan berkelanjutan dari 124 spesies ikan dan kerang, jumlah yang dapat dipanen tanpa melakukan kerusakan jangka panjang pada populasi, sebesar 4,1 persen. Hal tersebut dilaporkan oleh sebuah studi baru-baru ini. Penangkapan berlebihan telah memperburuk penurunan itu, kata para peneliti. Di beberapa bagian dunia, seperti Laut Jepang yang banyak ditangkap, penurunan tangkapan berkelanjutan setinggi 35 persen. Studi ini, dalam *Science* 1 Maret, meneliti perubahan dari tahun 1930 hingga 2010 pada 235 populasi ikan dan kerang yang tersebar di 38 wilayah lautan. Rata-rata, suhu permukaan laut Bumi telah meningkat sekitar setengah derajat Celcius pada waktu itu, meskipun perubahan suhu bervariasi dari satu lokasi ke lokasi lainnya.

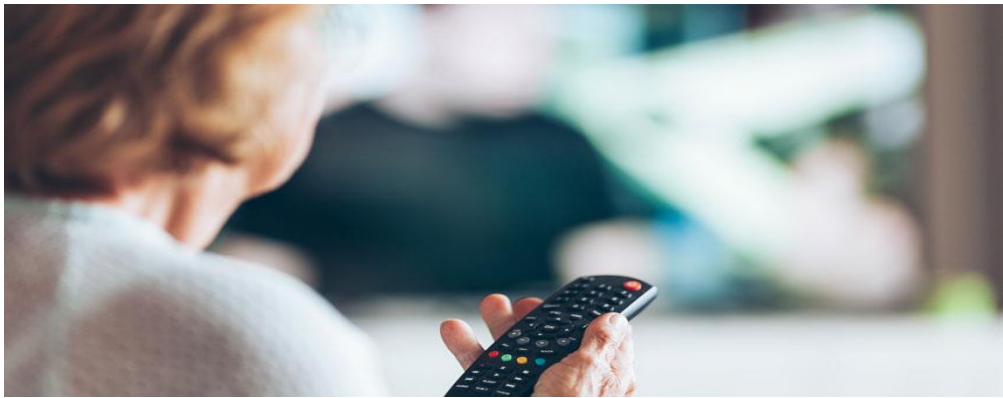
Sekitar 8 persen populasi ikan dan kerang yang diteliti mengalami kerugian akibat pemanasan laut, sementara sekitar 4 persen populasi meningkat pada waktu itu. Itu karena spesies tertentu, seperti *black sea bass* di sepanjang pantai timur laut AS, telah tumbuh subur di perairan yang lebih hangat. Tetapi dengan pemanasan yang terus-menerus, keuntungan itu cenderung menguap, bahkan ikan-ikan itu mencapai ambang panasnya, kata Christopher Free, seorang ahli ekologi kuantitatif di Universitas California, Santa Barbara, yang memimpin pekerjaan itu ketika ia berada di Universitas Rutgers di New Brunswick, NJ. Dengan sekitar 3,2 miliar orang di seluruh dunia saat ini mengandalkan makanan laut sebagai sumber protein, temuan ini menyoroti kebutuhan mendesak bagi perikanan untuk memperhitungkan bagaimana perubahan iklim mengubah populasi di laut.

1. Dalam naskah dijelaskan bahwa perubahan iklim menyebabkan memanasnya suhu air permukaan air laut. Dibawah ini adalah senyawa kimia yang keberadaanya di udara membuat suhu bumi meningkat , kecuali.....
 - A. CO₂
 - B. CH₄
 - C. O₂
 - D. H₂O
 - E. SO₂
2. Menurut bacaan tersebut, berikut adalah penjelasan yang tepat hubungan antara naiknya suhu air laut dengan berkurangnya tangkapan ikan :
 - A. Pada suhu air yang tinggi konsentrasi oksigen akan lebih sedikit sehingga banyak ikan susah untuk hidup dan memilih suhu air yang lebih dingin
 - B. Semua ikan tidak bisa hidup pada suhu air yang sedang atau tinggi
 - C. Semua ikan lebih suka hidup dengan suhu air yang sangat rendah
 - D. Meningkatnya suhu permukaan air di laut membuat gerak ikan lebih aktif sehingga sulit untuk ditangkap
 - E. Banyak ikan yang mati karena naiknya suhu air laut
3. Suhu permukaan laut bumi telah meningkat sekitar setengah derajat Celcius dari tahun 1930 hingga 2010. Berdasarkan data ini maka kenaikan suhu pada tahun 2130 diperkirakan sebesar..
 - A. 0,5 °
 - B. 1,0°
 - C. 1,5°
 - D. 2,0°
 - E. 2,5°

Tema IV

Menonton TV dikaitkan dengan penurunan memori verbal pada orang tua .

Oleh Laura Sanders 9:00 pagi, 28 FEBRUARI 2019



Orang sering khawatir tentang waktu televisi untuk anak-anak. Sebuah studi baru meneliti kebiasaan di ujung lain kehidupan. Semakin banyak orang tua menonton televisi, semakin buruk mereka mengingat daftar kata, peneliti melaporkan secara online 28 Februari di Scientific Reports. Tetapi penelitian ini hanya menggambarkan korelasi; tidak dapat mengatakan bahwa banyak waktu TV yang sebenarnya menyebabkan memori menurun .

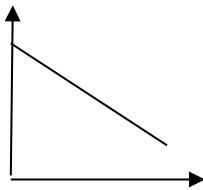
Para peneliti memeriksa data pada 3.590 orang yang dikumpulkan sebagai bagian dari English Longitudinal Study of Aging, sebuah studi jangka panjang terhadap orang-orang Inggris berusia 50 tahun dan lebih tua. Pada 2008 dan 2009, para peserta melaporkan berapa jam sehari, rata-rata, mereka habiskan menonton televisi. Selain survei, peserta mendengarkan rekaman 10 kata umum, satu kata setiap dua detik. Kemudian, orang-orang mencoba mengingat kata-kata sebanyak yang mereka bisa, baik segera setelah mendengar kata-kata dan setelah penundaan singkat.

Enam tahun kemudian, orang melakukan tes yang sama. Para peneliti menemukan orang-orang yang menonton TV lebih dari 3,5 jam setiap hari di tahun 2008 atau 2009 lebih cenderung memiliki skor memori verbal yang lebih buruk enam tahun kemudian,. “Dosis” televisi tampaknya penting: Di luar ambang 3,5 jam itu, semakin banyak orang yang menonton TV, semakin besar skor penurunan memori verbal mereka. Tidak diketahui apakah waktu televisi benar-benar menyebabkan masalah memori verbal. Kebalikannya bisa benar: Orang yang memiliki ingatan lebih buruk mungkin lebih cenderung menonton lebih banyak televisi. Namun, para peneliti menyarankan bahwa TV dapat menyebabkan semacam tekanan mental tertentu yang dapat menyebabkan masalah memori.

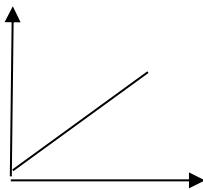
1. Bagian Otak manusia yang berfungsi untuk mengingat atau mempertahankan ingatan adalah :
 - A. Otak Besar bagian kanan
 - B. Otak Besar bagian kiri
 - C. Otak kecil
 - D. Batang Otak
 - E. Pons
2. Beberapa pernyataan dibawah ini sesuai dengan informasi yang telah disajikan , kecuali :

- A. Ada hubungan intensitas orang tua menonton televisi dengan berkurangnya memori verbal seseorang
 - B. Orang-orang yang menonton televisi lebih dari 3,5 jam setiap hari cenderung mengalami penurunan memori verbal
 - C. Belum diketahui apakah durasi menonton televisi pada orang tua benar-benar menyebabkan masalah memori verbal.
 - D. Ada hubungan antara menonton TV, tekanan mental dan masalah memori pada orang tua
 - E. Berkurangnya memori verbal orang tua disebabkan banyaknya menonton TV
3. Hubungan intensitas menonton tv pada orang yang berumur lebih dari 50 tahun (X) dan memori verbal pada orang yang berumur 50 tahun atau lebih (Y), maka hubungan X dan Y sesuai informasi tersebut dapat digambarkan sesuai dengan grafik berikut ini:

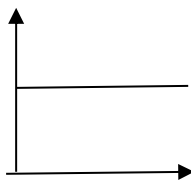
A.



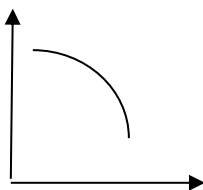
B.



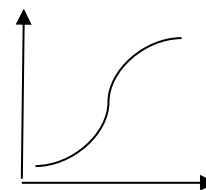
C.



D.



E.



Tidur di akhir pekan tidak bisa menebus tidur yang hilang

Oleh Jeremyrehm , 07.54, 1 MARET, 2019



Jika akhir pekan adalah waktu Anda untuk tidur, Anda mungkin ingin memikirkan kembali strategi Anda. Pada orang dewasa muda, menggunakan akhir pekan untuk menebus tidur yang hilang selama minggu kerja dapat menyebabkan peningkatan kudapan larut malam, kenaikan berat badan dan penurunan respons terhadap insulin, para peneliti melaporkan 28 Februari di *Current Biology*. "Pesan yang dibawa pulang pada dasarnya adalah bahwa Anda tidak dapat menebus penyalahgunaan jam tidur Anda dengan tidur beberapa jam lagi di akhir pekan," kata Paul Shaw, seorang ilmuwan saraf di Washington University di St. Louis yang tidak terlibat dalam belajar. "Ini tidak sesederhana mengatakan, 'Oh, jika aku tidur di akhir pekan, aku akan lebih baik.'"

Sejak 1990-an, para ilmuwan telah memahami bahwa kurang tidur dapat memengaruhi kesehatan metabolisme seseorang, menyebabkan perubahan perilaku dan fisiologis yang dapat menyebabkan obesitas dan diabetes tipe 2. Namun pada tahun 2014, sekitar 35 persen orang dewasa Amerika melaporkan tidur kurang dari yang disarankan tujuh jam per malam, menurut data terbaru yang tersedia dari Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit A.S.

Akhir pekan mungkin tampak seperti waktu yang ideal untuk tidur, tetapi tidak jelas apakah itu bisa berhasil. Jadi Christopher Depner, ahli fisiologi tidur di University of Colorado Boulder, dan rekan-rekannya menempatkan tiga kelompok orang dewasa muda di usia pertengahan 20-an melalui rejimen tidur yang berbeda selama kurang lebih dua minggu. Satu kelompok tidur sekitar delapan jam setiap malam; yang lain mendapat kira-kira lima jam semalam; yang ketiga mendapat sekitar lima jam pada malam hari dan tidur kapan saja dan sebanyak yang mereka inginkan selama akhir pekan.

Pemulihan pemulihan akhir pekan biasanya begadang hingga tengah malam atau pukul 1 malam Jumat dan Sabtu malam dan tidur hingga pukul 11 siang dan siang hari. Tetapi mereka juga begadang pada hari Minggu, tidur sekitar enam jam menuju minggu kerja. Secara kumulatif selama akhir pekan, masing-masing hanya mendapat sekitar 1,1 jam lebih dari siklus tidur alami mereka menyarankan mereka butuhkan antara Jumat dan Minggu malam, para peneliti menemukan.

"Jadi mereka memang mendapatkan tidur tambahan," kata Depner, tetapi tidak cukup untuk memulihkan tidur yang hilang selama minggu kerja.

Dan, seperti kelompok yang terlalu sedikit tidur setiap malam, orang yang menginap di akhir pekan mendapatkan sesuatu: berat badan. Kurang tidur mengganggu hormon pengontrol nafsu makan seperti leptin, kata Depner. Dan pergeseran dalam jam biologis alami akhir pekan tidur jam kemudian menyebabkan mereka menjadi lapar nanti. Selama pekan kerja, kedua kelompok mengonsumsi sekitar 400 hingga 650 kalori dalam camilan larut malam, seperti pretzel, yogurt, dan keripik kentang. Pada akhir percobaan, orang-orang di kedua kelompok telah memperoleh rata-rata sekitar 1,5 kilogram.

Tetapi ketika datang ke sensitivitas insulin, kedua kelompok berbeda. Sensitivitas di semua jaringan tubuh pada kelompok pemulihan akhir pekan turun sekitar 27 persen, dibandingkan dengan sensitivitas awal mereka yang diukur pada awal percobaan. Itu jauh lebih buruk daripada penurunan 13 persen pada mereka yang secara konsisten kurang tidur. Dan orang yang tidur di akhir pekan adalah satu-satunya yang mengalami penurunan yang signifikan dalam sel-sel hati dan otot - keduanya penting untuk pencernaan makanan - setelah akhir pekan berusaha mengejar tidur. "Itu sangat tak terduga," kata Depner. Bersepeda antara minggu tanpa tidur dan akhir pekan pemulihan bisa "memiliki beberapa konsekuensi kesehatan yang negatif di dalam dan dari dirinya sendiri."

Peter Liu, seorang ahli endokrin tidur di UCLA, mempertanyakan apakah hasil ini dapat diterapkan secara luas, terutama pada orang-orang yang secara kronis kurang tidur. Dia menemukan bahwa tidur beberapa jam bermanfaat untuk sensitivitas insulin dalam penelitiannya terhadap orang yang dilaporkan tidak cukup tidur. "Ini bukan kata terakhir pada topik penting ini," katanya.

Tetapi istirahat adalah "pilar ketiga dari gaya hidup sehat: tidur, olahraga, dan diet," kata Liu. "Sama seperti kamu tidak akan mengatakan kepada seseorang," Kamu harus melakukan diet yang baik dari Senin sampai Jumat, tetapi pada akhir pekan kamu bisa makan apa pun yang kamu suka, "Aku pikir itu prinsip yang sama di sini dengan tidur."

1. Dibawah ini adalah pernyataan yang benar tentang Hormon insulin, kecuali..
 - A. Hormon insulin dihasilkan oleh Pankreas
 - B. Insulin adalah hormon yang berfungsi untuk mengubah gula menjadi energi
 - C. Menurunnya sensitivitas insulin berarti insulin tidak akan mengubah glukosa darah menjadi energi
 - D. Kelebihan berat badan akan semakin meningkatkan sensitivitas tubuh terhadap insulin
 - E. Kondisi kadar gula tubuh seseorang yang melonjak terlalu tinggi disebut hiperglikemia
2. Dari informasi yang terdapat dalam bacaan tersebut, pada orang dengan gaya tidur bagaimanakah yang tidak mengalami penurunan sensitivitas insulin ?
 - A. Orang yang kurang tidur setiap hari namun menambahkan waktu tidur di saat akhir pekan
 - B. Orang yang kurang tidur setiap malam
 - C. Orang yang tidur minimal 8 jam setiap malam
 - D. Orang yang kurang tidur dan begadang dimalam hari
 - E. Orang yang banyak tidur di waktu akhir pekan

3. Hasil penelitian Christopher Depner, ahli fisiologi tidur di University of Colorado Boulder, terhadap tiga kelompok yang berbeda dalam lamanya tidur seperti dijelaskan dalam bacaan tersebut merekomendasikan hal-hal sebagai berikut , kecuali ...
 - A. Tidur 5 jam pada saat hari-hari kerja dan tidur yang lebih lama pada saat akhir pekan sangat baik untuk kesehatan
 - B. Tidur yang baik untuk kesehatan adalah minimal 8 jam setiap malam baik pada saat hari-hari kerja maupun pada saat weekend
 - C. Begadang hingga larut malam tidak baik untuk kesehatan
 - D. Akhir pekan tidak baik digunakan untuk banyak tidur
 - E. Tidur 5 jam setiap hari tidak baik bagi kesehatan

TEMA VI

MEMAHAMI TSUNAMI

Tsunami adalah serangkaian gelombang dengan panjang gelombang yang sangat panjang dan periode sangat lama yang disebabkan oleh pergerakan vertikal air secara tiba-tiba. Penyebab tsunami antara lain adalah gempa tektonik, letusan gunung berapi, longsor, ledakan, dan benda-benda luar angkasa yang jatuh seperti meteor.

Tsunami berbeda dari gelombang air laut biasa di tepi pantai yang ditimbulkan oleh tiupan angin. Periode gelombang yang ditimbulkan oleh tiupan angin biasanya pendek, misalnya 10 detik, dan panjang gelombangnya jarang yang melebihi 150 m. Sedangkan tsunami dapat mempunyai panjang gelombang sampai 100 km dan periodenya dalam ukuran jam.

Karena panjang gelombangnya cukup besar, maka tsunami termasuk ke dalam kategori gelombang air-dangkal, yaitu gelombang dengan hasil bagi kedalaman air laut h dan panjang gelombang A , yakni h/λ , sangat kecil. Laju gelombang air-dangkal (V) sama dengan akar hasil kali percepatan gravitasi dan kedalaman air.

$$v = \sqrt{gh} , g = 9,8 \text{ m/detik}^2$$

Misalnya, kecepatan tsunami di laut dengan kedalaman 4.000 meter adalah sekitar $\sqrt{9,8 \times 4000} = 198$ m/detik atau sekitar 712 km/jam. Karena laju perubahan energinya berbanding terbalik dengan panjang gelombangnya, tsunami melaju dengan kecepatan tinggi bahkan dapat melintasi samudra tanpa kehilangan banyak energi.

Apa yang terjadi pada saat tsunami mencapai pantai? Ia mengalami perubahan. Dangkalnya laut di pantai menyebabkan kecepatan tsunami berkurang banyak. Dengan kedalaman laut, misalnya $h = 40$ m, kecepatan tsunami turun menjadi 20 m/detik atau 70 km/jam. Sekalipun demikian, energi tsunami yang bergantung pada kecepatan gelombang dan tinggi gelombang hampir konstan. Akibatnya, penurunan kecepatan secara drastis pada saat mencapai pantai, mengakibatkan naiknya tinggi gelombang tsunami. Tinggi gelombang tsunami di tengah laut biasanya hanya 1 meter. Jadi, tsunami yang semula pada saat masih di tengah laut, hampir tidak terlihat, tinggi gelombangnya naik secara tiba-tiba, sampai 10 - 20 meter ketika mencapai pantai, dan menghasilkan kerusakan yang besar. Kerusakan fisik itu diikuti pula dengan berjangkitnya berbagai penyakit, seperti malaria dan demam berdarah yang disebabkan oleh nyamuk, pes dan leptospirosis oleh tikus, tifus, dan disentri akibat air kotor serta flu dan radang paru-paru yang menyerang penduduk yang selamat.

Bentuk pantai juga dapat menentukan efek kerusakan oleh tsunami. Efek tsunami akan berlipat ganda ketika ia menghantam teluk dengan garis pantai berbentuk huruf V.

(SPMB, 2005)

1. Mengapa pada saat mencapai pantai, tinggi gelombang tsunami bisa mencapai 10-20 meter?
 - A. Adanya penurunan kecepatan gelombang tsunami secara drastis pada saat mencapai pantai
 - B. Adanya gelombang mekanik yang kecepatannya mendekati kecepatan cahaya
 - D. gejala gelombang seismik di dasar laut
 - E. gelombang mekanik ataupun gelombang seismic yang membawa energi besar dan memiliki amplitude yang besar pula
2. Kecepatan tsunami di laut dengan kedalaman 500 meter besarnya kurang lebih sama dengan ...
 - A. 39 km/jam
 - B. 70 m/s
 - C. 200 km/jam
 - D. 300 km/jam
 - E. 356 km/jam
3. Dari informasi tersebut dapat disimpulkan bahwa :
 - A. Semakin dangkal lautan maka kecepatan gelombang tsunami semakin besar
 - B. Semakin dalam lautan maka kecepatan gelombang tsunami semakin besar
 - C. Semakin dangkal lautan maka energi gelombang tsunami semakin besar
 - D. Semakin dalam lautan maka energi gelombang tsunami semakin besar
 - E. Tinggi gelombang tsunami di tengah lautan lebih tinggi dibanding ketika menuju pantai

TEMA VII

Kuartet kuark membentuk partikel eksotis



Partikel yang disebut quark adalah bagian penting dari materi. Mereka biasanya ditemukan saling menempel sebagai tripel atau berpasangan untuk membentuk partikel yang lebih besar seperti proton dan neutron yang membentuk inti atom. Sekarang para ilmuwan mengatakan quark datang dalam kuartet juga. Sebuah studi baru mengkonfirmasi adanya jenis partikel aneh yang dibuat dari sekelompok empat quark. Lebih dari 10 tahun yang lalu, para peneliti menyarankan bahwa ada materi yang tersusun dari empat quark. Tetapi mereka tidak memiliki data yang diperlukan untuk mengkonfirmasi ini. Sekarang para ilmuwan mempelajari data dari Large Hadron Collider di Eropa pada laporan terakhir bukti kuat bahwa partikel itu nyata.

Dengan menunjukkan bahwa partikel-partikel seperti itu ada, "kami secara otomatis membuktikan bahwa empat-quark [materi] ada," Tomasz Skwarnicki mengatakan kepada Science News. Dia adalah seorang ahli fisika, seorang ilmuwan yang mempelajari energi dan materi, di Universitas Syracuse di New York. Skwarnicki dan rekan-rekannya memposting temuan mereka secara online 7 April di arXiv.org. Ini situs web untuk berbagi makalah fisika.

Enam jenis quark ditemukan dalam materi biasa. Tapi tidak ada yang sendirian. Quark selalu ditemukan dibundel - pada dasarnya direkatkan bersama - oleh partikel yang disebut gluon. Partikel yang terbuat dari quark disebut hadron. Contoh hadron termasuk proton dan neutron, masing-masing terbuat dari tiga quark.

Pada tahun 2003, para ilmuwan di pemecah partikel Belle di Jepang menemukan hadron yang mereka pikir terbuat dari empat quark. Seorang collider (pemecah materi) mempercepat partikel hingga mendekati kecepatan cahaya, lalu menghancurkannya bersama-sama. Partikel yang keluar dari tumbukan Belle diberi nama X (3872). Partikel ini tidak sesuai dengan aturan biasa bahwa hadron dibuat dari dua atau tiga quark, tetapi para ilmuwan tidak dapat membuktikan X (3872) dibuat dari empat quark. Kemudian pada 2008, para ilmuwan yang menggunakan collider yang sama menemukan partikel lain yang mungkin memiliki empat quark. Dinamai Z (4430), ia memiliki massa sebanyak empat proton, mereka memperkirakan. Z (4430), juga terbukti kontroversial. Banyak fisikawan mempertanyakan apakah itu nyata. Makalah baru akhirnya menawarkan bukti meyakinkan bahwa Z (4430) memang memiliki empat quark.

Eksperimen itu "secara definitif mengkonfirmasi klaim Belle bahwa partikel ini ada," kata Matthew Shepherd kepada Science News. Fisikawan di Indiana University Bloomington,

dia tidak bekerja pada studi baru. Skwarnicki dan koleganya menemukan partikel dengan menyisir data dari Large Hadron Collider (LHC). Penghancur partikel bawah tanah raksasa ini berada perbatasan antara Swiss dan Prancis. Eksperimen di LHC pada tahun 2012 menghasilkan Higgs boson - jenis partikel elusif yang penting namun berbeda.

Untuk penemuan kuark-kuartet mereka, Skwarnicki dan timnya mempelajari lebih dari 25.000 smash-up antara hadron. Ketika partikel bertabrakan, mereka pecah menjadi potongan-potongan kecil. Ini terbuat dari quark, gluon dan banyak lagi (kumpulan seluruh bagian dari subatomik). Elemen-elemen itu kemudian dapat dihubungkan untuk membentuk partikel-partikel baru. Para fisikawan menemukan bukti yang luar biasa bahwa partikel empat quark terbentuk secara singkat setelah kekerasan tabrakan. Dan, seperti yang diperkirakan para ilmuwan pada 2008, partikel empat quark memiliki massa sebanyak empat proton.

Partikel empat quark tidak ada secara alami. Mereka terbentuk hanya dalam eksperimen energi tinggi, seperti yang ada di LHC dan pemecah partikel Belle. Namun, Skwarnicki mencurigai kuartet quark mungkin telah terbentuk di lingkungan berenergi tinggi di jagat raya awal. Langkah selanjutnya, katanya, adalah mencari tahu bagaimana empat quark bersatu untuk membuat partikel yang lebih besar. Shepherd mengatakan dia berharap bahwa para ilmuwan akan segera tahu lebih banyak tentang masalah aneh ini. "Ada banyak aktivitas yang terjadi saat ini," katanya kepada Science News. "Prospek untuk menyelesaikan ini segera baik."

1. Teori atom Rutherford menyatakan bahwa Atom terdiri dari inti atom dan elektron yang bermuatan negatif mengelilingi inti atom . Inti atom terdiri dari Proton yang bermuatan positif dan neutron yang tidak bermuatan. Teori Atom Rutherford ini terdapat kelemahan sehingga munculah Teori atom Bohr. Kelemahan tersebut adalah...
 - A. Tidak dapat menjelaskan adanya spektrum warna dari atom yang memiliki banyak elektron
 - B. Tidak dapat menjelaskan mengapa elektron tidak jatuh ke inti atom
 - C. Tidak mampu menjelaskan susunan muatan positif dan negatif yang terdapat dalam Atom
 - D. Tidak dapat menjelaskan keterkaitan antara daya hantar arus listrik dan larutan senyawa
2. Berdasarkan informasi bacaan tersebut bagaimana hubungan antara proton, neutron dan quark?
 - A. Proton atau Neutron adalah gabungan dari tiga quark yang membentuk gluon
 - B. Quark dapat dibagi lagi menjadi proton dan neutron
 - C. Proton adalah gabungan dari empat quark yang membentuk gluon
 - D. Neutron adalah gabungan dari tiga quark yang membentuk gluon
 - E. Quark selalu dapat ditemukan secara terpisah
3. Dibawah ini adalah fakta-fakta baru yang dapat mengubah teori Atom dimasa mendatang, kecuali:
 - A. Proton atau neutron ternyata masih bisa diketahui unsur pembentuknya
 - B. Eksperimen di LHC pada tahun 2012 menghasilkan Higgs boson , jenis partikel elusif yang penting namun berbeda dengan partikel yang lain.
 - C. Ditemukanya partikel Z (4430) yang memiliki empat quark
 - D. Partikel empat quark memiliki massa sebanyak empat proton.
 - E. Elektron mengelilingi inti atom yang tersusun dari proton dan neutron

Tema VIII

Cara mengubah rumah kaca menjadi pembangkit tenaga listrik

Alexandra Taylor , 25 Feb 2019 - 6:45 pagi EST



Sel surya adalah perangkat yang mengubah sinar matahari menjadi listrik. Teknologi ini menawarkan cara yang lebih ramah-Bumi untuk menghasilkan daya daripada membakar batu bara dan bahan bakar fosil lainnya. Tetapi panel sel surya membutuhkan banyak ruang terbuka dan cerah untuk memanen sinar matahari itu. Di mana ruang terbatas, orang mungkin harus memilih antara panel surya dan ladang untuk menanam makanan. Tetapi bagaimana caranya agar dapat menghasilkan tanaman dan listrik secara bersamaan? Solusinya menggunakan sel surya yang bagi ilmuwan disebut Fotovoltaik.

YANG adalah seorang ahli fisika di University of California, Los Angeles. Dia mempelajari sel surya, juga dikenal sebagai sel photovoltaic (Foh-toh-vol-TAY-ik). Banyak yang dibuat menggunakan elemen silikon. Yang sebaliknya bekerja dengan versi berbasis karbon. Sel surya ini dikenal sebagai OPV, kependekan dari fotovoltaik organik. OPV fleksibel dan mudah dibuat. Baru-baru ini, beberapa kelompok ilmuwan membuat OPV yang transparan, atau jelas. Karena mereka membiarkan cahaya lewat, salah satu siswa Yang menyarankan agar mereka menggunakan OPV di atap rumah kaca. Ini mengilhami tim YANG untuk membuat dan menguji sel surya yang bisa menghasilkan listrik dan membiarkan cukup cahaya melewati agar tanaman bisa tumbuh.

Sinar matahari terdiri dari banyak warna, atau panjang gelombang, cahaya. Warna yang kita lihat - dari ungu hingga merah - disebut cahaya tampak. Panjang gelombang mereka berkisar dari 400 hingga 700 nanometer. (Nanometer adalah sepersejuta meter). Sel surya Yang membiarkan cahaya tampak melewatinya, yang membuatnya terlihat jernih. Tetapi sel surya juga harus menyerap cahaya untuk menghasilkan listrik. Yang menyerap cahaya inframerah, yang memiliki panjang gelombang antara 700 nanometer dan 1 milimeter. Sekitar setengah dari cahaya yang berasal dari matahari adalah inframerah. Orang tidak dapat melihatnya, tetapi beberapa hewan - seperti ular dan kelelawar dapat merasakan inframerah.

Tanaman tidak membutuhkan cahaya inframerah. Bahkan, mereka hanya membutuhkan rentang cahaya tampak yang sangat kecil untuk tumbuh. Sebagian besar tanaman menyerap cahaya merah dan biru tetapi memantulkan cahaya hijau. Tim kerja YANG ingin melihat apakah cahaya tampak yang melewati sel surya akan cukup bagi tanaman untuk tumbuh.

Timnya tidak memiliki cukup bahan untuk membangun rumah kaca secara keseluruhan. Jadi mereka melakukan percobaan dalam skala kecil sebagai gantinya. Pertama, mereka memasukkan kotoran ke dalam gelas kimia dan menanam kacang hijau di dalamnya. Mereka menanam kacang di bawah sinar matahari secara alami dalam tiga kondisi. Satu gelas kimia tidak diberi tutup. Satu kelompok memiliki aluminium foil dan OPV di atas. Gelas di kelompok terakhir sepenuhnya ditutupi dengan aluminium foil untuk menghalangi semua cahaya. Setelah 13 hari, para ilmuwan melihat seberapa baik benih itu tumbuh. Dalam gelas kimia yang tertutup foil, tanaman tumbuh dengan buruk. Tetapi biji dalam gelas kimia yang terdapat sel surya di atasnya tumbuh sebaik pada biji yang berada dalam gelas kimia yang tidak tertutup. Itu berarti sel-sel surya mungkin bekerja di atap rumah kaca. Tim menerbitkan temuannya secara online 3 Januari di ACS Nano.

Apakah cahaya cukup dapat melewati sel surya bukanlah satu-satunya fitur yang perlu dipikirkan para ilmuwan. Ada juga efisiensi. Sel surya atap umum, yang menyerap cahaya tampak, memiliki efisiensi sekitar 18 persen. Itu berarti mereka menghasilkan daya 18 watt untuk setiap 100 watt sinar matahari yang mereka serap. Tes OPV Yang memiliki efisiensi mendekati 10 persen, yang masih cukup baik. "Tapi sel lab kami sangat kecil," kata YANG. "Ketika sel surya dibuat dengan area yang luas, efisiensi biasanya turun sedikit."

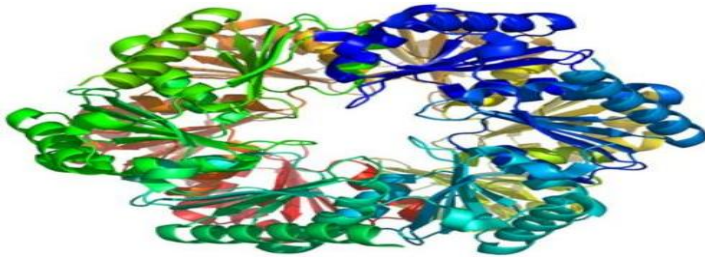
1. Mengapa sebagian besar daun berwarna hijau ?
 - a. Karena daun mengandung zat hijau daun (klorofil)
 - b. Sebagian besar klorofil dalam daun menyerap cahaya merah dan biru dan memantulkan cahaya hijau
 - c. Sebagian besar klorofil dalam daun menyerap cahaya dengan warna hijau
 - d. Karena tidak menyerap cahaya inframerah
 - e. Karena mengikat O_2 untuk keperluan fotosintesis
2. Sesuai dengan bacaan tersebut, untuk menghasilkan arus listrik sebesar 1,5 Ampere dan tegangan 6 Volt, berapa daya energi cahaya yang harus diserap sel surya?
 - A. 5 watt
 - B. 50 watt
 - C. 100 watt
 - D. 150 watt
 - E. 1000 watt
3. Apa yang dapat saudara simpulkan berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan YANG dan timnya ?
 - A. Memasang sel surya di atas rumah kaca membuat pertumbuhan tanaman terganggu
 - B. Memasang sel surya di atas rumah kaca membuat tanaman tidak dapat tumbuh
 - C. Sel surya yang dibangun di atas rumah kaca memiliki efisiensi yang sangat rendah

- D. Memasang sel surya diatas rumah kaca tidak mengganggu pertumbuhan tanaman
- E. Pertumbuhan tanaman pada rumah kaca yang diatasnya tidak terdapat sel surya lebih bagus dibanding yang diatasnya terdapat sel surya

Tema IX

Proses

Artikel sains dari www.readwork.org



Ada hubungan yang dalam dan kompleks antara makhluk hidup, bahan anorganik seperti batu dan mineral, dan kondisi iklim yang kita alami, seperti hujan dan angin. Hubungan ini tidak selalu mudah dilihat. Terkadang, hubungan beroperasi pada tingkat yang kecil secara mikroskopis, seperti cara tanaman mengubah sinar matahari menjadi nutrisi. Di waktu lain, hubungan itu hanya dapat diamati dalam rentang waktu yang sangat panjang — ratusan, ribuan, atau bahkan jutaan tahun. Tetapi hubungannya ada di sana, dan kita berada dalam posisi yang unik dan istimewa untuk melihat dan menghargainya. Jika Anda dapat mengatasi dua keterbatasan penglihatan sehari-hari ini — jika Anda dapat melihat hal-hal yang sangat kecil dan halus, dan jika Anda dapat melihat hal-hal yang terjadi dalam rentang waktu yang sangat lama — apa yang akan Anda lihat?

Fotosintesis mungkin merupakan proses bumi yang paling menarik yang kita ketahui. Kita tahu bahwa tanaman mampu mengubah air, karbon dioksida, dan sinar matahari menjadi oksigen. Mereka mampu mencapai prestasi luar biasa ini dengan sejumlah kecil bagian yang terpisah, dan telah melakukannya, dengan sangat andal, selama bertahun-tahun. Siapa pun yang pernah memiliki tanaman rumah tangga, menyiraminya, meletakkannya di dekat cahaya, menyaksikannya tumbuh, dan merasakan udara di rumahnya menjadi lebih bersih telah mengalami keajaiban ini secara langsung. Tetapi jika Anda bisa melihat proses ini dalam skala kecil secara mikroskopis, keajaiban abstrak ini akan terungkap sebagai satu set mekanisme yang luar biasa.

Bagaimana jika Anda dapat melihat fotosintesis bekerja dalam rentang miliaran tahun? Ini adalah hal luar biasa lainnya: Mekanisme ini, yang beroperasi pada skala terkecil yang dapat dibayangkan, memiliki konsekuensi yang secara global memiliki ruang lingkup, dan rentang usia. Jika Anda dapat menyaksikan bumi berevolusi, Anda dapat melihat bagaimana, lebih dari dua setengah miliar tahun yang lalu, sebelum munculnya tanaman yang dapat melepaskan oksigen, sama sekali tidak ada banyak hal di atmosfer. Tidak banyak oksigen di atmosfer berarti tidak ada tempat di dekat jumlah dan jenis makhluk yang kita kenal hari ini.

Selama ratusan juta tahun, Anda perlahan mulai melihat munculnya organisme kecil yang mampu menghasilkan oksigen. Namun, Anda juga memperhatikan bahwa sebagian besar

oksigen itu ditangkap oleh mineral dan bahan organik lainnya, tidak pernah tumbuh hingga tingkat yang sangat tinggi di atmosfer. Cepat atau lambat, zat organik dan anorganik ini akan mencapai titik jenuhnya — saat ketika mereka tidak bisa menyerap oksigen lagi. Saat itulah oksigen yang diciptakan oleh organisme akan menjadi oksigen bebas. Oksigen gratis untuk semua orang!

Kemudian, sebagai pengamat dari berbagai zaman, Anda akan mulai melihat perubahan atmosfer, dari yang didominasi oleh metana dan unsur-unsur lainnya, menjadi banyak dengan oksigen. Seperti yang kita ketahui, inilah yang mengatur panggung untuk keragaman besar mineral dan kehidupan organik muncul, termasuk, miliaran tahun kemudian, manusia. Kita semua, bersama dengan makanan yang kita konsumsi dan tanah tempat kita berjalan, adalah keturunan langsung dari suatu proses yang dimulai miliaran tahun yang lalu, dan yang berlanjut hari ini, di seluruh planet ini, pada tingkat kecil secara mikroskopis. Apa yang lebih menarik dari itu? Tentu saja, jika fotosintesis adalah proses bumi yang paling menyenangkan yang kita nikmati, maka energinya dari arah yang berlawanan — panas dari inti Bumi — itu yang paling misterius. Itu karena ia berasal, setidaknya sebagian, dari peristiwa yang terjadi pada saat pembentukan planet ini.

Sementara energi dari matahari menggerakkan interaksi luar biasa antara atmosfer, organisme, dan mineral, energi dari inti bumi sangat memengaruhi bentuk tanah tempat kita berjalan — secara harfiah. Sekali lagi, bayangkan memiliki kekuatan untuk melihat sangat kecil dan sangat lambat. Proses yang dihasilkan dari energi bumi beroperasi pada level ini. Kita semua akrab dengan hasil yang paling terlihat: gempa bumi dan gunung berapi, yang memang bisa sangat hebat! Tetapi energi dari inti bumi juga bertanggung jawab atas pergeseran lempeng tektonik, yaitu, penempatan satu benua relatif terhadap benua lain, dan, sebagai akibatnya, kemunculan gunung, jurang, lautan, dan banyak lagi aspek lainnya dari lingkungan Hidup. Inilah yang sebenarnya dimaksudkan untuk merenungkan asal usul planet dan alam semesta. Ini bukan hanya masalah kosmos yang jauh dan hubungan mereka dengan kita. Ini pertanyaan tentang bagaimana hal itu bisa terjadi

1. Dari bacaan tersebut, Fotosintesis pada dasarnya adalah
 - A. salah satu ide besar filsafat
 - B. awal mula kehidupan di Bumi berlangsung
 - C. salah satu penemuan terbaik manusia
 - D. salah satu inovasi sains yang paling terkenal
 - E. salah satu kunci semua proses yang ada di bumi
2. Fotosintesis adalah proses penting yang mendukung banyak jenis kehidupan. Apa bukti dari teks yang mendukung kesimpulan ini?
 - A. Fotosintesis mungkin merupakan proses bumi paling menarik yang kita ketahui
 - B. Fotosintesis menghasilkan oksigen, yang memungkinkan beragam mineral dan kehidupan organik muncul

- C. Fotosintesis beroperasi pada skala terkecil yang dapat dibayangkan
 - D. Fotosintesis adalah proses di mana tanaman mengubah air, karbon dioksida, dan sinar matahari menjadi oksigen
 - E. Fotosintesis mungkin merupakan proses bumi paling awal
3. Penulis menjelaskan proses yang melibatkan perubahan yang terjadi dalam skala kecil, dan lebih dari miliaran tahun. Bagaimana penulis membantu pembaca memahami proses-proses itu?
- A. Penulis menyertakan grafik, grafik, dan garis waktu
 - B. Penulis menyertakan ilustrasi terperinci untuk menunjukkan proses ini.
 - C. Penulis menggambarkan apa yang akan dilihat sebagai "pengamat lintas zaman.
 - D. Penulis menjelaskan instruksi untuk melakukan percobaan sendiri.
 - E. Penulis melaporkan penelitiannya

Tema X

Peneliti Mulai Memahami Formasi Memori Palsu Lebih Baik

(Artikel sains dari www.readwork.org)



Jika Anda berpikir menanam ingatan palsu hanya terjadi di film, pikirkan lagi. Ingatan palsu selalu terjadi pada manusia — kita sering salah mengingat bagaimana, kapan, dan mengapa hal-hal tertentu terjadi. Kita salah mengingat detail kecil, tetapi juga acara besar. Seringkali kita salah mengingat hal-hal yang terjadi baru-baru ini. Sekarang para ilmuwan berada di jalur untuk menemukan cara yang lebih baik untuk memahami mengapa ingatan palsu terjadi pada manusia, dengan mempelajari cara menanamnya sejak awal. Menurut James Gorman dalam sebuah artikel di New York Times pada 2013, para peneliti sudah dapat melakukan eksperimen untuk meyakinkan manusia untuk mengingat kata-kata dan gambar tertentu secara tidak akurat. Sebuah studi baru-baru ini oleh para ilmuwan di Massachusetts Institute of Technology (MIT) mengambil proses ini selangkah lebih maju dengan menanam ingatan yang sepenuhnya salah pada tikus.

Meskipun tikus dan manusia adalah makhluk yang sangat berbeda, proses pembentukan ingatan mereka serupa. Mempelajari ingatan tentang tikus telah membantu para peneliti

memahami dengan tepat apa yang terjadi di otak selama pembentukan ingatan palsu. Sebuah tim ilmuwan di MIT, yang mempublikasikan temuan mereka di jurnal *Science*, menemukan bahwa tikus dapat diyakinkan telah terkejut di lokasi tertentu ketika mereka sebenarnya tidak terkejut di sana. Para ilmuwan pertama-tama mengizinkan sekelompok tikus untuk merasa nyaman di area tertentu tanpa merasa terkejut. Mereka kemudian memperkenalkan tikus ke area kedua di mana mereka menerima guncangan, sambil merangsang bagian-bagian dari otak mereka yang telah diaktifkan ketika menjelajahi daerah pertama dengan tenang. Selanjutnya mereka meletakkan tikus kembali di daerah aslinya. Tikus-tikus itu membeku ketakutan akan disetrum, meskipun mereka tidak memiliki ingatan yang sebenarnya tentang disetrum di sana. Aktivasi sel-sel otak ketika guncangan disampaikan sudah cukup untuk meyakinkan tikus bahwa mereka telah syok di sana sebelumnya meskipun mereka tidak.

Menurut Joel N. Shurkin dengan layanan berita "Inside Science," ingatan palsu ini sama kuat dan tampaknya nyata seperti ingatan yang sebenarnya. Pada saat yang sama, perlu dipertimbangkan apakah manusia, dengan kesadaran dan konteks yang lebih besar daripada tikus, entah bagaimana akan kurang mudah diyakinkan oleh penanaman ingatan palsu. Namun, proses ini mengungkapkan betapa mudahnya mempermainkan gagasan "kenyataan."

Eksperimen ini dan kesimpulannya semakin memahami secara spesifik bagaimana dan di mana pembentukan memori terjadi di otak. Ilmuwan Norwegia, Dr. Edvard I. Moser, yang tidak terlibat dalam eksperimen itu tetapi mengomentarkannya kemudian untuk *Times*, mengatakan ini adalah yang paling dekat yang dapat kami tunjukkan untuk dapat menunjuk ke bagian tertentu dari otak dan mengatakan itu adalah bertanggung jawab atas memori.

Selain itu, kemampuan untuk menanam dan lebih memahami pembentukan memori dan betapa mudahnya membuat memori palsu membantu kita memahami bahwa memori sebenarnya adalah alat yang sangat tidak dapat diandalkan. Ini berguna bagi manusia untuk mengetahui karena ingatan digunakan dalam berbagai cara, termasuk kesaksian saksi dalam kasus-kasus pengadilan. Faktanya, kesaksian saksi sepenuhnya bergantung pada kemampuan seseorang untuk mengingat peristiwa.

Walaupun mungkin menakutkan untuk mempertimbangkan seberapa tidak dapat diandalkannya ingatan kita, para peneliti sepakat pasti ada sisi positif dari penelitian baru ini. Menurut penulis penelitian, "Jenis penelitian ini suatu hari bisa membantu mengobati beberapa masalah emosional, seperti gangguan stres pasca-trauma (PTSD), yang melibatkan intrusi ingatan yang tidak diinginkan." Kemampuan bermain dengan ingatan manusia memberi kita lebih banyak kekuatan atas cara kita berpikir dan mengatasi ingatan yang menyakitkan, dan bisa menjadi kunci dalam membantu orang yang menderita berbagai masalah emosional.

Para ilmuwan juga telah lama bertanya-tanya mengapa penciptaan memori palsu begitu mudah pada manusia. Mengapa ingatan manusia begitu rentan terhadap kegagalan? Gorman mencatat di *Times*, kemampuan otak untuk fleksibel dan membayangkan skenario yang berbeda dapat bertanggung jawab atas kreativitas manusia.

Namun, kreativitas ini - atau "imajinasi" - adalah unik bagi manusia dan merupakan bagian besar dari apa yang membuat kita menjadi manusia. Kecuali jika hewan mengalami eksperimen memori palsu seperti tikus di MIT, mereka tidak menciptakan ingatan palsu seperti yang dilakukan manusia.

1. Apa yang dicapai para ilmuwan di MIT dalam studi terbaru?
 - A. Mereka meyakinkan manusia untuk mengingat gambar secara tidak akurat.
 - B. Mereka menanam ingatan palsu pada manusia.
 - C. Mereka menanam ingatan palsu pada tikus.
 - D. Mereka membuktikan bahwa menanam ingatan palsu hanya terjadi di film.
 - E. Mmembuktikan bahwa manusia bisa memiliki ingatan palsu
2. Ilmuwan berhasil memberikan kenangan palsu pada tikus yang disetrum di lokasi tertentu. Bukti mana dari teks yang mendukung kesimpulan ini?
 - A. Para ilmuwan merangsang area otak tikus yang diaktifkan di lokasi pertama.
 - B. Tikus diizinkan untuk menjelajahi lokasi pertama dengan tenang.
 - C. Tikus menerima guncangan di lokasi kedua.
 - D. Tikus takut dengan lokasi di mana mereka tidak terkejut.
 - E. Tikus takut pada lokasi kedua
3. Mengapa pemahaman tentang pembentukan memori pada tikus penting bagi manusia?
 - A. Ini memungkinkan para ilmuwan untuk mengembangkan obat untuk tikus yang menderita masalah memori.
 - B. Ini memungkinkan para ilmuwan untuk menciptakan teknologi yang dapat membuat ingatan palsu pada hewan.
 - C. Ini memungkinkan para ilmuwan untuk lebih memahami pembentukan memori pada manusia karena mirip dengan pembentukan memori pada tikus.
 - D. Ini memungkinkan para ilmuwan untuk melakukan lebih banyak percobaan di mana mereka dapat meyakinkan tikus dari ingatan palsu.
 - E. Tikus memiliki banyak persamaan dengan manusia

Tema XI

Karbon Dioksida Dalam Mamalia

Karbon dioksida dihasilkan pada sel-sel jaringan sebagai salah satu produk akhir metabolisme. Walaupun kelarutannya dalam air hanya 0,3 mL (pada STP) per seratus mL, namun darah yang mengalir dari sel kembali ke paru-paru mengandung 5,5 sampai 6 mL CO₂ per seratus mL. Ini berarti bahwa pengangkutan CO₂ dalam darah harus memakai cara lain daripada melalui proses pelarutan biasa. Kenyataannya 85% dari CO₂ total diangkut oleh plasma dalam bentuk natrium hydrogen karbonat, NaHCO₃. Dari sisanya, 10% diangkut dalam

bentuk terikat pada gugus amino yang terdapat dalam molekul hemoglobin, yaitu sebagai karbinohemoglobin, HbCO₂, dan 5% dalam bentuk terlarut.

Pembentukan natrium hydrogen karbonat dalam darah adalah suatu proses yang rumit. Karbon dioksida dari jaringan berdifusi ke dalam sel darah merah yang mengandung enzim karbonat anhidrase. Enzim ini mengkatalisis penggabungan CO₂ dan air menjadi asam karbonat, H₂CO₃. Asam ini kemudian berdisosiasi menghasilkan ion-ion H⁺ dan HCO₃⁻. Ion hydrogen karbonat berdifusi keluar dari sel darah merah ke dalam plasma dan sejumlah ekuivalen ion klorida dari plasma masuk ke dalam sel. Peristiwa ini, yang disebut “pergeseran klorida”, diperlukan untuk menjamin kenetralan larutan dalam sel, karena dinding sel tidak permeable bagi ion-ion hydrogen yang bermuatan positif.

Sebagian dari ion-ion hydrogen bebas dalam sel darah merah bergabung dengan deoksihemoglobin yang merupakan basa kuat. Dalam paru-paru deoksihemoglobin ini menyerap oksigen sehingga menjadi basa yang lebih lemah; akibatnya ion-ion hydrogen yang tadinya terikat dilepaskan kembali. Ion-ion ini kemudian bergabung dengan ion hydrogen karbonat yang akhirnya terdisosiasi menjadi CO₂ dan air dengan pertolongan enzim karbonat anhidrase.

Sistem H₂CO₃ – NaHCO₃ sangat penting bagi darah, karena merupakan salah satu buffer yang mengatur konsentrasi ion hydrogen dalam darah. Hubungan matematik antara konsentrasi ion hydrogen dengan konsentrasi H₂CO₃ dan NaHCO₃ diberikan oleh persamaan Henderson Hasselbach :

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{(\text{anion})}{(\text{asam})}$$

Dengan K_a ialah tetapan disosiasi asam.

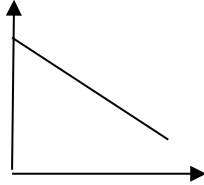
Bagi asam karbonat pK_a = 6,4

Hill, Bellamy & Jones, “Integrated Biology”, 1971(Sipenmaru, 1988)

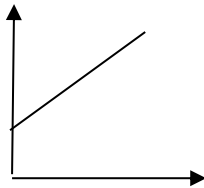
1. Sistem H₂CO₃ – NaHCO₃ sangat penting bagi darah, karena merupakan salah satu buffer yang mengatur konsentrasi ion hydrogen dalam darah. Yang dimaksud dalam sistem buffer adalah :
 - A. Suatu sistem larutan yang dapat mempertahankan nilai pH larutan agar tidak terjadi perubahan pH yang berarti oleh karena penambahan asam atau basa maupun pengenceran.
 - B. Suatu sistem larutan dimana didalamnya terdapat asam lemah dan garam
 - C. Suatu sistem larutan dimana di dalamnya terjadi ionisasi hidrogen
 - D. Suatu sistem larutan dimana terdiri dari campuran asam lemah dan basa lemah
 - E. Suatu sistem larutan yang terdapat dalam darah dimana pH relatif tetap
2. Jika muatan elektron adalah $1,6 \times 10^{-19}$ coulomb, maka jika pada peristiwa pergeseran klorida waktu untuk pertukaran ion adalah 1 detik, arus yang mengalir untuk 12,4 mg H₂CO₃ adalah.... (1 mol = 6×10^{23} partikel , Ar H =1, C= 12, O=16)
 - A. 9,6 A
 - B. 4,8 A
 - C. 19,2 A
 - D. 29 A
 - E. 96 A

3. Bila konsentrasi H^+ dinyatakan sebagai Y dan perbandingan konsentrasi anion terhadap konsentrasi asam sebagai X, maka Y sebagai fungsi X dapat digambarkan berikut ini :

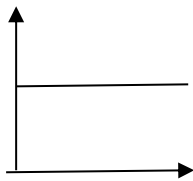
A.



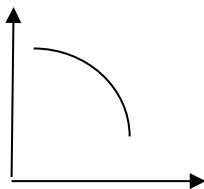
B.



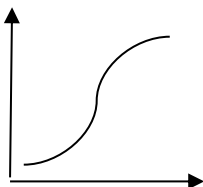
C.



D.



E.

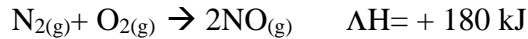


Tema XII

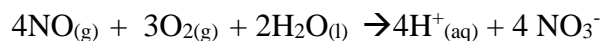
Sintesis Amonia

Nitrogen sangat melimpah di udara. Sekitar 80% molekul gas yang kita hirup adalah nitrogen. Akan tetapi hampir semua hewan dan tumbuh-tumbuhan tidak mampu mengubah gas nitrogen menjadi protein. Sebaliknya, protein dapat mengurai menjadi gas nitrogen. Contohnya, di antara gas yang terdapat gas nitrogen sebagai hasil cerna makanan yang berasal dari kacang-kacangan berprotein tinggi.

Perantara alamiah utama yang mengandung hydrogen menjadi bentuk berguna untuk sintesis protein adalah : pembakaran (8%), kilat (4%), serta bakteri algae dalam tanah dan laut (68%). Reaksi yang terjadi adalah :



Gas NO yang terbentuk dapat reaksi dengan O₂ dan H₂O menghasilkan HNO₃ yang dapat diubah oleh tumbuh-tumbuhan menjadi protein.



Pada dewasa ini kira-kira 20% dari seluruh fiksasi nitrogen dilakukan di industri dunia.

Pada tahun 1913 Fritz Haber berhasil mempelajari reaksi pembentukan ammonia dari nitrogen sesuai dengan persamaan reaksi.



Presentase ammonia dalam campuran keseimbangan bergantung pada suhu dan tekanan, seperti tertera pada tabel di bawah ini.

Tekanan dalam atm	% amonia		
	Dalam campuran kesetimbangan		
	300 C	500 C	700 C
20	20	2	0
100	52	11	3
200	64	19	5
400	77	32	8
800	89	50	13

Amonia dapat digunakan langsung sebagai pupuk. Sebagian besar dari amonia yang diproduksi digunakan untuk membuat pupuk seperti urea (NH₂CONH₂), ammonium fosfat, ammonium sulfat dan ammonium nitrat.

(Sopenmaru, 1988)

- Di dalam tubuh manusia, zat amonia terjadi sebagai hasil pemecahan dari :
 - Asam amino
 - Lemak
 - Karbohidrat
 - Vitamin
 - Asam lambung
- Untuk mengubah tiga molekul nitrogen menjadi nitrogen monoksida dalam satu milidetik dengan halilintar, diperlukan daya sebesar (dalam watt) (N= 6 x 10²³)
 - 3 x 10⁻¹⁹ w

- B. $3 \times 10^{-16} \text{ w}$
 - C. 10^{-16} w
 - D. 300 w
 - E. $3 \times 10^7 \text{ w}$
3. Berdasarkan data dalam bacaan tersebut, yang berkaitan dengan pembentukan amonia sebagai berikut , kecuali
- A. Reaksi pembentukan amonia membutuhkan energi
 - B. Semakin tinggi suhu konsentrasi amonia semakin kecil
 - C. Semakin tinggi tekanan konsentrasi amonia semakin besar
 - D. Semakin besar volume , konsentrasi amonia semakin kecil
 - E. Reaksi penguraian amonia melepaskan energi

Tema XIII

Keadaan Di Bulan

Bulan, benda langit yang berjarak rata-rata 380.000 km dari bumi, telah berkali-kali dikunjungi oleh pesawat antariksa dalam usaha menyingkap tabir rahasia yang menyelimutinya.

Pecahan batuan yang dikumpulkan oleh antariksawan Apollo 17 serta oleh dua pesawat penjajak tak berawak milik Soviet, rupanya berasal dari masa tepat setelah bulan terbentuk, ketika bagian luarnya sama sekali cair sampai sedalam beberapa ratus kilometer.

Setelah lapisan di atas ini menjadi dingin dan mengeras, asteroid dan benda-benda kecil sisa pembentukan tata surya menghujani permukaan yang baru saja mengeras dan menjadikannya bopeng dengan cekungan-cekungan raksasa serta kawah yang tak terbilang banyaknya. Berondongan ini agaknya berakhir kira-kira empat milyar tahun silam.

Adakah kehidupan dibulan? Kemungkinan adanya kehidupan di bulan memunculkan keprihatinan akan bahaya infeksi dari bulan. Oleh karena itu telah diadakan peraturan karantina yang teliti dan cermat pada Laboratorium Penerimaan Bulan di Houston tempat para antariksawan benar-benar dikurung bersama pesawat antariksanya selama tiga minggu sesudah kembali di bumi. Analisis bantuan bulan yang mereka bawa pulang ditangani dengan persyaratan yang sama ketatnya.

Meskipun batuan dan bahan bulan seberat 380 kg yang dibawa para aktariksawan Apollo 11 telah diteliti secara cermat, namun tidak diketemukan organisme hidup dalam pecontoh manapun. Lagi pula batuan itu tidak mengandung air bebas atau oksigen bebas dan hanya sedikit sekali mengandung karbon serta senyawa karbon. Karena sedikitnya unsur pendahulu kehidupan ini, kiranya tidak ada kemungkinan adanya organisma primitif di bulan, bahkan pada zaman dahulu ketika beberapa dari unsur tadi mungkin terdapat dalam jumlah yang lebih besar di bulan.

Bulan terdiri atas unsur-unsur dasar yang sama dengan unsur dasar bumi, sekalipun unsur itu terdapat dalam kombinasi yang berbeda. Unsur-unsur pokok pada bulan adalah silicon, alumunium , besi dan magnesium, dengan oksigen dalam keadaan terikat secara kimiawi dalam berbagai mineral. Oksigen tersebut merupakan hampir separuh bobit batuan itu sendiri.

Telah diketahui pula bahwa gaya berat pada suatu ketinggian di permukaan bulan sebanding dengan masa benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari pusat bulan

ke ketinggian tersebut. Karena massa bulan terlalu kecil maka molekul air bebas tak dapat ditahan oleh bulan dan terlepas ke angkasa luar.

(UMPTN 1989)

1. Dibawah ini adalah senyawa –senyawa pokok yang ada di Bulan , kecuali ..
 - A. SiO_2
 - B. Al_2O_3
 - C. FeO
 - D. MgO
 - E. BeO
2. Bila sebuah benda yang memiliki kecepatan cahaya ($3 \times 10^8 \text{ m/s}$) bergerak menuju Bulan dari Bumi, maka benda tersebut akan sampai dalam waktu
 - A. $1,26 \times 10^{-3}$ detik
 - B. 0,789 detik
 - C. 1,26 detik
 - D. $4,56 \times 10^{10}$ detik
 - E. $2,27 \times 10^{11}$ detik
3. Bila R adalah jari-jari bulan dan r ketinggian benda dari permukaan bulan, hubungan antara gaya berat g dan massa benda m di bulan dapat dituliskan sebagai berikut:
 - A. $g = \frac{km}{R^2 + r^2}$
 - B. $g = \frac{km}{(R+r)^2}$
 - C. $g = \frac{km}{R^2}$
 - D. $g = \frac{km}{r^2}$
 - E. $g = km \left(\frac{1}{R^2} + \frac{1}{r^2} \right)$

Tema XIV

Logam Aluminium

Aluminium adalah unsur dengan kelimpahan terbesar di kerak bumi. Meskipun aluminium terdapat dalam berbagai-bagai mineral, tetapi bijih aluminium yang terpenting adalah bauksit.

Untuk memperoleh aluminium, mula-mula bauksit dicampur dengan larutan natrium hidroksida panas yang dapat melarutkan aluminium oksida. Dari filtrat panas hasil saringan, setelah didinginkan diperoleh aluminium oksida murni yang disebut alumina.

Alumina yang murni dilarutkan ke dalam leburan natrium aluminium flourida, kemudian dielektrolisis menggunakan elektroda karbon. Pada elektrolisis ini digunakan tegangan 5 volt dan arus listrik sebesar 40.000 ampere.

Faktor energi memegang peranan terpenting dalam peleburan aluminium. Konsumsi energi E dalam wadah elektrolisis pada tegangan sel V dan efisiensi produksi x dapat dinyatakan dalam

$$E = \frac{298 V}{x} \text{ kWh/kg Al}$$

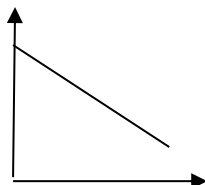
Dengan kWh adalah kilowatt jam

Efisiensi produksi adalah persentase aluminium yang dihasilkan dibandingkan dengan hasil teoretis yang dihitung dengan hukum Faraday. Senyawa aluminium yang melarut dalam air seperti aluminium sulfat dan tawas dapat digunakan untuk menjernihkan air.

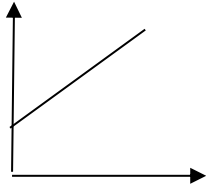
Larutan aluminium sulfat digunakan sebagai pertolongan pertama pada sengatan serangga atau gigitan ular. Bisa ular mengandung enzim fosfolipase yang dapat merusak membrane sel. Dalam bisa atau toksin terdapat juga polipeptida yang berbahaya. Ion aluminium dapat mengkoagulasi protein-protein ini jika disuntikkan pada tempat sengatan serangga atau gigitan ular. Jika enzim-enzim itu masuk ke dalam aliran darah atau sudah merusak jaringan maka diperlukan pertolongan dokter. (UMPTN 1989)

1. Enzim yang terdapat dalam bisa ular seperti dijelaskan dalam naskah tersebut dapat merusak membran sel karena membran sel terdiri atas :
 - A. Polipeptida
 - B. Fosfolipida
 - C. Selukosa
 - D. Glikoprotein
 - E. Glukosa 6-fosfat
2. Energi yang dibutuhkan dalam elektrolisis aluminium selama 10 detik adalah
 - A. 20 kJ
 - B. 200 kJ
 - C. 800 kJ
 - D. 2000 kJ
 - E. 8000 kJ
3. Bila banyaknya energi yang digunakan untuk peleburan aluminium sebagai sumbu X dan efisiensi sebagai (Y) maka hubungan X dan Y dapat digambarkan dengan grafik sebagai berikut:

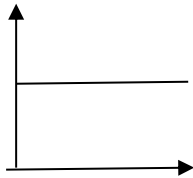
A.



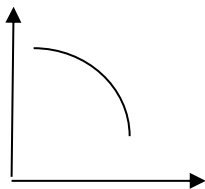
B.



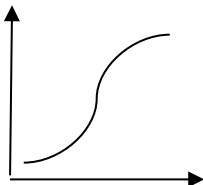
C.



D.



E.



Tema XV

Minyak Akar Wangi

Tanaman akar wangi (*Vetiveria Zizanioides*) menghasilkan minyak suling yang cukup berharga, per kilogramnya dapat mencapai Rp 1.200.000,00. Minyak akar wangi ini pernah gterkenal dengan nama Java Vetiver Oil. Perkembangan agak terhalang karena adanya isu bahwa tanaman tersebut menyebabkan erosi. Kemudian isu tersebut tidak benar bahkan Bank Dunia menerbitkan buku "Vetiver Grass : The hedge against errosion" (1990) yang menyatakan bahwa akar wangi dapat menahan erosi. Perhatian akan produksi minyak mulai berkembang lagi. Alat dan cara penyulingan diperbaiki , penggunaan ketel uap dari besi yang mengurangi kualitas karena bereaksi dengan bahan akar wangi ditinjau kembali, dan seterusnya.

Minyak tanaman akar wangi hasil penyulingan lebih disukai daripada minyak hasil ekstraksi, sebab sealin biayanya lebih murah baunya lebih wangi. Tanaman akar wangi tumbuh dnegan baik di dataran tinggi (600 m-1200 meter diatas permukaan laut) dengan suhu antara 17 -25 derajat

celsius. Lebih baik lagi bila tanah menandung abu vulkanik . Dibawah ini disajikan cukilan data (dibulatkan) hasil minyak wangi yang diekspor .

Tahun	2004	2005	2006
Volume (dalam ton)	56,4	74,2	75,2
Nilai (dalam juta dolar AS)	2,4	1,5	2,0

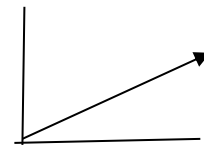
Sumber: www.comtrade.un.org

- Minyak tanaman akar wangi hasil penyulingan lebih disukai daripada minyak hasil ekstraksi. Minyak akar wangi dapat diisolasi dengan penyulingan sebab
 - Titik didih minyak akar wangi lebih tinggi dari titik didih air
 - Titik didih minyak akar wangi lebih tinggi sama dengan titik didih air
 - Titik didih minyak akar wangi lebih rendah dari titik didih air
 - Minyak akar wangi lebih mudah mengendap
 - Minyak akar wangi lebih encer
- Apabila variasi suhu terhadap tinggi tempat tanaman akar wangi tumbuh dianggap linier, maka pada ketinggian 1000 m, suhu tempat adalah ..
 - 22,33° C
 - 17 ° C
 - 25 ° C
 - 20,33 ° C
 - 18,67 ° C
- Dari data ekspor tersebut dalam naskah, maka nilai komoditas akar wangi per ton dalam dolar pada tahun 2004 hingga 2006 dapat ditunjukkan oleh grafik sebagai berikut:

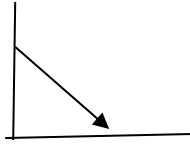
A.



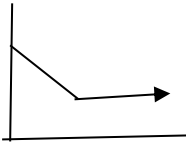
E.



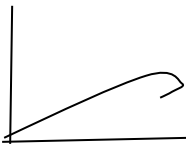
B.



C.



D.



Tema XVI

Aktivitas Matahari

Matahari memancarkan energi elektromagnetik mulai dari gelombang radio, lalu gelombang mikro, inframerah, cahaya tampak, ultra ungu sampai sinar X. Selain itu matahari juga memancarkan partikel subatomik.

Pemancaran partikel bertambah selama pada matahari terdapat noda surya (sun spot) maksimum dan berkurang ketika noda surya minimum. Jumlah noda surya bertambah dan berkurang secara periodek denan periode sekitar 11 tahun. Suhu noda surya relatif lebih rendah.

Dalam bentuk hamparan yang kasar sekali , banyak noda surya pada tahun ke t dapat dituliskan sebagai $A + B \cos \theta t$ dan $C \sin \theta t$ dengan A,B,C dan θ konstan.

Ketika aktivitas matahari bertambah, yaitu pada saat jumlah noda surya maksimum , pada malam hari aurora borealis tambah sering terlihat di dekat kutub bumi, sirkulasi atmosferik bertambah, pertumbuhan phytomass (biomassa tumbuhan) bertambah, demikian juga aktivitas mikroba dan virus bertambah. Banyak pakar dalam bidang medis berpendapat bahwa wabah influenza dan penyakit kardiovaskular sekitar tahun 1947, 1958, dan 1969 berkaitan dengan aktivitas matahari. Ada juga pakar yang berpendapat bahwa aktivitas matahari juga mempengaruhi fungsi refleks dan kontrol pada mahluk hidup sehingga mempengaruhi jumlah kecelakaan lalu lintas dan sebagainya. Walaupun hal

tersebut diatas baru hiptesis, jelas kita tidak bisa mengabaikan pengaruh aktivitas matahari pada kehidupan manusia.

(UMPTN 1990)

1. Gelombang elektromagnetik yang disebutkan dalam naskah tersebut yang dapat dimanfaatkan dalam alat kesehatan adalah :
 - A. Cahaya tampak
 - B. Gelombang radio
 - C. Sinar X
 - D. Gelombang inframerah
 - E. Gelombang ultraungu

2. Wabah influenza dan penyakit kardiovaskular sekitar tahun 1947 hingga 1969 serta fungsi refleks dan kontrol pada mahluk hidup berhubungan dengan pengaruh aktivitas matahari pada kehidupan manusia. Pernyataan tersebut adalah ...
 - A. Kesimpulan dari banyak penelitian
 - B. Pendapat pribadi
 - C. Keyakinan banyak orang
 - D. Hipotesis
 - E. Berita dari media

3. Berdasarkan naskah, maka besarnya nilai θ adalah sebesar
 - A. 11
 - B. 5,5
 - C. 2π
 - D. $\pi/11$
 - E. $2\pi/11$

Tema XVII

Bioenergi

Melalui biokonversi, limbah organik seperti tinja, sampah domestik, dan limbah pertanian dapat dikonversi menjadi bioenergi. Ditinjau dari susunan kimianya, gas bioenergi merupakan gas kompleks yang terdiri dari metana (60 %), karbondioksida (30 %), gas asam sulfida (1 %), dan gas gas lain. Pembuatannya menggunakan teknik fermentasi untuk memacu proses degradasi dan dekomposisi. Proses degradasi dapat berlangsung secara aerobik maupun anaerobik, sedangkan untuk pembuatan gas bioenergi diperlukan lingkungan yang anaerobik. Laju degradasi adalah sebanding dengan degradasi yang ada pada suatu saat.

Biokonversi limbah organik menjadi bioenergi memerlukan waktu 25 hari. Degradasi berlangsung selama 5 hari pertama. Biokonversi itu terjadi melalui bantuan aktivitas bakteri selulolitik seperti *Clostridium thermosellum*, *Pseudomonas fluorescens* var *cellulosae*, *Celebivrio* sp, *Sellumonas flavigena*, *ascaligenas faecalis*, *Xanthomonas camprestis*, *Sporocytophaga myxococcoides*. Secara anaerobik bakteri-bakteri tersebut mendegradasi limbah organik dan dari proses itu dihasilkan karbondioksida, etanol dan kalor

Tahap fermentasi berlangsung dalam dua tahap. Pada tahap pertama, bakteri asidogenik akan mengkonversi etanol dan karbondioksida menjadi asam asetat dan metana. Pada tahap kedua, bakteri metanogenik akan mengkonversi asam asetat menjadi metana dan karbondioksida. Konversi asam asetat menjadi metana terjadi melalui bakteri

Maethanobacterium omelenski, Clostridium thermacellum, Methanosarcina methanica dan methanacoccus mazeki.

(UMPTN 1993)

1. Gas bioenergi yang dapat digunakan sebagai bahan bakar adalah..
 - A. Metana
 - B. Karbondioksida
 - C. Asam sulfida
 - D. Asam asetat
 - E. Amonia
2. Apabila sebanyak 4 mol etanol mengalami proses fermentasi tahap pertama oleh bakteri asidogenik dan tahap kedua oleh bakteri metanogenik, maka jumlah gas metana ($M_r=16$) yang terbentuk adalah
 - A. 6 gram
 - B. 12 gram
 - C. 24 gram
 - D. 48 gram
 - E. 96 gram
3. Bila $Y(t)$ menyatakan degradasi limbah organik pada suatu saat dimana Y adalah fungsi dari t dan diperoleh bahwa $Y= 0,876 t^2$, maka laju degradasi dapat dinyatakan sebagai
 - A. 1,752 t
 - B. 0,876
 - C. t
 - D. 3,504
 - E. 2t

**LEMBAR JAWAB TES LITERASI SAINS BERBASIS IPA TERPADU UNTUK SISWA
SMA PROGRAM MIPA**

Nama :

Kelas :

Asal Sekolah :

Jenis Kelamin:

Tema I : 1.

2.

3.

Tema II : 1.

2.

3.

Tema III : 1.

2.

3.

Tema IV : 1.

2.

3.

Tema V : 1.

2.

3.

Tema VI : 1.

2.

3.

Tema VII : 1.

2.

3.

Tema VIII: 1

2.

3.

Tema IX: 1.

2.

3.

Tema X: 1.

2.

3.

Tema XI: 1

2.

3.

Tema XII : 1

2.

3.

Tema XIII: 1.

2.

3.

Tema XIV: 1.

2.

3.

Tema XV : 1.

2.

3.

Tema XVI : 1

2.

3.

Tema XVII: 1.

2.

3.

HASIL PENELAAHAN BUTIR TES ASPEK ISI (KONTEN)

Mata Uji : Literasi Sains Siswa SMA Program MIPA

Nomor Butir : 1-18

Penelaah : Dr Mohammad Masykuri, MSi

Kriteria penelaahan	Ya	Tidak
1. Narasi (passage) mengandung kebenaran ilmiah	✓	
2. Narasi (passage) berbasis data	✓	
3. Item soal dalam satu testlet (tema) terurut dari : Kemampuan siswa dalam menjelaskan fenomena secara ilmiah (butir pertama), Menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah (butir kedua) serta Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah (butir ketiga)	✓	
4. Kunci jawaban benar	✓	

Komentar Reviewer :

.....
.....

Surakarta, 15 April 2019



Dr Mohammad Masykuri, MSi
NIP : 196811241994031001

HASIL PENELAAHAN BUTIR TES ASPEK ISI (KONTEN)

Mata Uji : Literasi Sains Siswa SMA Program MIPA

Nomor Butir : 1-18

Penelaah : Dr Suciati,MPd

Kriteria penelaahan	Ya	Tidak
1. Narasi (passage) mengandung kebenaran ilmiah	✓	
2. Narasi (passage) berbasis data	✓	
3. Item soal dalam satu testlet (tema) terurut dari : Kemampuan siswa dalam menjelaskan fenomena secara ilmiah (butir pertama), Menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah (butir kedua) Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah (butir ketiga)	✓	
4. Kunci jawaban benar	✓	

Komentar Reviewer :

.....
.....

Surakarta, 15 April 2019



Dr Suciati,MPd

NIP : 195807231986032001

HASIL PENELAAHAN BUTIR TES ASPEK PSIKOMETRI

Mata Uji : Literasi Sains Siswa SMA Program MIPA

Nomor Butir : 1-18

Penelaah : Dr Heri Retnawati

Kriteria penelaahan	Ya	Tidak
Materi		
1. Soal harus sesuai dengan indikator.	✓	
2. Pilihan jawaban harus homogen dan logis ditinjau dari segi materi	✓	
3. Setiap soal harus mempunyai satu jawaban yang benar atau yang paling benar.	✓	
Konstruksi		
4. Pokok soal harus dirumuskan secara jelas dan tegas.	✓	
5. Rumusan pokok soal dan pilihan jawaban harus merupakan pernyataan yang diperlukan saja.	✓	
6. Pokok soal jangan memberi petunjuk ke arah jawaban benar	✓	
7. Pokok soal jangan mengandung pernyataan yang bersifat negatif ganda.	✓	
8. Panjang rumusan pilihan jawaban harus relatif sama.	✓	
9. Pilihan jawaban jangan mengandung pernyataan, "Semua pilihan jawaban di atas salah", atau "Semua pilihan jawaban di atas benar".	✓	
10. Pilihan jawaban yang berbentuk angka atau waktu harus disusun berdasarkan urutan besar kecilnya nilai angka tersebut, atau kronologisnya.	✓	
11. Gambar, grafik, tabel, diagram, dan sejenisnya yang terdapat pada soal harus jelas dan berfungsi.	✓	
12. Butir soal jangan bergantung pada jawaban soal sebelumnya.	✓	
Bahasa		
13. Setiap soal harus menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia.	✓	

14. Jangan menggunakan bahasa yang berlaku setempat, jika soal akan digunakan untuk daerah lain atau nasional.	✓	
15. Setiap soal harus menggunakan bahasa yang komunikatif.	✓	
16. Pilihan jawaban jangan mengulang kata atau frase yang bukan merupakan satu kesatuan pengertian.	✓	
Passage /naskah testlet		
17. Sesuai dengan bidang kajian IPA yang bersifat multidisiplin	✓	
18. Mudah dipahami untuk siswa SMA program MIPA	✓	
19. Deskripsi yang jelas dan dapat disimpulkan	✓	

Komentar Reviewer :

terhug

.....

.....

Yogyakarta, 16 April 2019



Dr Heri Retnawati

NIP : 197301032000032001

**TES LITERASI SAINS BERBASIS IPA TERPADU UNTUK SISWA SMA
PROGRAM MIPA**



Di Susun Oleh
Dr Purwo Susongko,MPd
Mobinta Kusuma , M.Pd
Yuni Arfiani, MPd

2019

NASKAH TES LITERASI SAINS BERBASIS IPA TERPADU UNTUK SISWA SMA PROGRAM MIPA

Petunjuk

1. Tes ini mengukur kemampuan kita dalam capaian literasi sains dan dalam menguasai Matematika, Fisika, Kimia dan Biologi yang terintegrasi dalam IPA terpadu
2. Tes ini terdiri dari 10 testlet (kumpulan butir tes yang saling berhubungan) dan setiap testlet terdiri dari tiga butir tes pilihan ganda dengan lima alternatif jawaban
3. Dalam menjawab, gunakan lembar jawab yang telah disediakan dengan mengisi alternatif jawaban yang anda anggap paling benar
4. Dilarang membuat coretan atau mengotori naskah soal
5. Dalam skoring ditentukan bila jawaban anda benar akan mendapat skor 1 dan apabila salah atau tidak menjawab diberi skor 0 .
6. Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan tes 120 menit.

Selamat mengerjakan

Tema I

50 TAHUN YANG LALU, ORANG MENGIRA MSG MENYEBABKAN 'SINDROM RESTORAN CINA'

Kutipan dari Science News edisi 8 Maret 1969

Oleh Allie Wilkinson (28 Februari 2019)



Dua puluh ribu ton monosodium L-glutamat atau disebut juga mononatrium L-glutamat diproduksi setiap tahun di Amerika Serikat. Namun demikian , menurut para peneliti di Fakultas Kedokteran Albert Einstein di Bronx, "MSG bukanlah zat yang sepenuhnya tidak berbahaya." Dalam berita *Science* (21 Februari) , peneliti melaporkan "bukti bahwa MSG

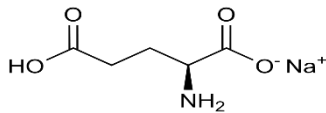
menyebabkan sakit kepala, juga sebagai gejala sensasi terbakar pada penyakit Chinese Restaurant akut, tekanan wajah, dan nyeri dada. ”, Science News, 8 Maret 1969.

Data terbaru

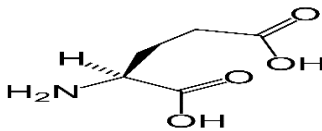
Penelitian secara konsisten gagal memvalidasi klaim bahwa MSG menyebabkan penyakit. Sebuah laporan tahun 1995 yang dipesan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan AS menyarankan bahwa beberapa orang bisa mendapatkan gejala seperti sakit kepala atau kantuk karena makan tiga gram atau lebih MSG pada perut kosong. Tetapi karena rata-rata orang dewasa hanya mengonsumsi 0,55 gram MSG tambahan per hari, FDA menganggapnya aman. MSG tetap populer dalam masakan Cina dan dalam produk-produk seperti keripik kentang dan saus salad. Rasa MSG, *umami*, bahkan merupakan kategori rasa dengan penggemar tersendiri (SN: 4/6/02, hlm. 221).

1. Rumus Kimia dari MSG adalah :

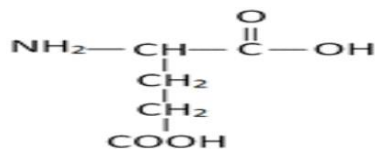
A.



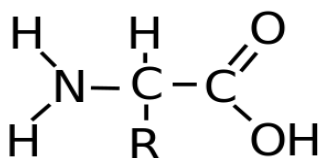
B.



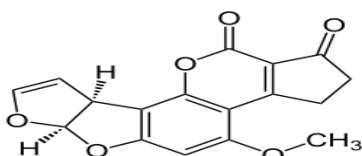
C.



D.



E.



2. Menurut Penelitian terakhir penyebab penyakit sakit kepala atau mengantuk adalah ...
- A. Mengkonsumsi makanan yang mengandung MSG
 - B. Mengkonsumsi makanan dari Restoran China
 - C. Mengkonsumsi MSG lebih dari 3 gram pada kondisi perut kosong
 - D. Mengkonsumsi MSG lebih dari 0,55 gram pada kondisi perut kosong
 - E. Mengkonsumsi MSG kurang dari 0,55 gram
3. Dari informasi tersebut dapat disimpulkan bahwa:
- A. Mengkonsumsi MSG lebih dari 3 gram setiap hari adalah aman
 - B. Mengkonsumsi MSG kurang dari 0,55 gram setiap hari adalah aman
 - C. MSG Bebas dikonsumsi dalam kadar berapapun asal perut tidak kosong
 - D. MSG tidak berhubungan dengan penyakit
 - E. MSG berhubungan dengan penyakit sakit kepala

Tema II

MAKAN BANYAK SERAT DAPAT MENINGKATKAN BEBERAPA PERAWATAN KANKER

Oleh Tina Hesman Saey, 12:32PM, SCIENCE NEWS , MARCH 1, 2019



Apa yang Anda makan dapat mempengaruhi seberapa baik terapi kekebalan bekerja melawan kanker. Diet tinggi serat dapat mengubah mikroba usus dan membuat terapi ini lebih efektif, tetapi mengambil produk probiotik bisa berakibat sebaliknya. Para peneliti mengamati orang dengan kanker kulit melanoma yang mendapatkan semacam terapi kekebalan yang disebut *PD-1 blockade* atau *checkpoint inhibition* (SN: 10/27/18, p. 16). Mereka yang makan makanan tinggi serat lima kali lebih mungkin untuk memiliki terapi menghentikan pertumbuhan atau mengecilkan tumor daripada mereka yang diet rendah serat, para peneliti melaporkan 27 Februari dalam konferensi pers yang diadakan oleh American Association for Cancer Research.

Diet tinggi serat tampaknya menumbuhkan koleksi mikroba usus yang lebih beragam, yang dikaitkan dengan hasil yang lebih baik dari terapi PD-1 blockade, kata Christine Spencer, seorang ilmuwan peneliti di Institut Parker untuk Imunoterapi Kanker di San Francisco. Tetapi suplemen probiotik - pil atau suplemen makanan yang seharusnya

mengandung bakteri bermanfaat - sebenarnya mengurangi keragaman mikroba dalam usus pasien kanker, para peneliti menemukan. Hanya sekitar 20 hingga 30 persen pasien kanker yang melihat tumornya berhenti tumbuh atau menyusut dengan imunoterapi PD-1 blockade. Spencer dan rekannya sebelumnya telah menentukan bahwa bakteri dalam keluarga Ruminococcaceae tampaknya meningkatkan respons terhadap pengobatan, tetapi para peneliti tidak tahu mengapa beberapa orang memiliki lebih banyak bakteri yang membantu daripada yang lain.

Diet adalah salah satu cara untuk mengubah microbiome seseorang, kumpulan bakteri, jamur, dan mikroba lain yang hidup di dalam tubuh (SN: 5/30/15, hlm. 18). Jadi Spencer dan koleganya di MD Anderson Cancer Center di Houston mensurvei 113 orang dengan melanoma tentang diet mereka, termasuk penggunaan probiotik, dan mengumpulkan sampel tinja dari masing-masing peserta. 46 pasien yang mengonsumsi jumlah serat tertinggi dalam makanan mereka, termasuk buah-buahan, sayuran dan biji-bijian, cenderung memiliki lebih banyak bakteri yang terkait dengan respons terhadap terapi kekebalan tubuh, tim menemukan. Dan, pada kenyataannya, pasien-pasien itu cenderung mendapatkan efek positif dari terapi. Partisipan yang makan lebih banyak daging olahan dan kelebihan gula memiliki lebih sedikit bakteri itu, dan tumornya lebih mungkin tumbuh meskipun telah menjalani perawatan kekebalan.

Lebih dari 40 persen pasien mengatakan mereka menggunakan probiotik. Orang-orang itu memiliki keanekaragaman mikroba usus yang lebih rendah daripada orang-orang yang tidak mengonsumsi suplemen. "Banyak orang memiliki persepsi bahwa probiotik akan memiliki manfaat kesehatan, tetapi itu mungkin tidak berlaku untuk pasien kanker," kata Spencer. Dia dan rekan-rekannya akan menyajikan lebih banyak data dari penelitian ini, termasuk tentang efek probiotik pada terapi kekebalan, pada 2 April di Atlanta selama pertemuan tahunan asosiasi penelitian kanker. Pekerjaan baru menambah semakin banyak studi baru-baru ini yang mengisyaratkan bahwa probiotik mungkin tidak menawarkan manfaat kesehatan yang diharapkan dokter dan pasien. Sementara data tersebut masih awal, penelitian menunjukkan bahwa mungkin ada cara untuk meningkatkan imunoterapi untuk pasien kanker, kata Cynthia Sears, seorang spesialis penyakit menular di Fakultas Kedokteran Universitas Johns Hopkins. "Ini menarik dan harus ditindaklanjuti," katanya.

Banyak penelitian telah mengaitkan diet tinggi serat dengan penurunan risiko kanker dan peningkatan kesehatan lainnya. Bahkan jika makan lebih banyak buah dan sayuran tidak meningkatkan efektivitas terapi kekebalan tubuh, Sears mengatakan, "sisi baiknya adalah Anda mungkin tidak menyakiti siapa pun dengan diet tinggi serat."

1. Dibawah ini adalah makanan yang dapat digunakan untuk diet tinggi serat, kecuali ...
 - a. Biji-bijian dan gandum seperti bubur gandum (oatmeal), kuaci, dan chia seed.
 - b. Roti, terutama jenis roti gandum.
 - c. Buah-buahan seperti pir, raspberry, blackberry, dan pisang.
 - d. Sayuran seperti brokoli, wortel, dan sawi
 - e. Daging sapi
2. Melalui risetnya, American Association for Cancer Research merekomendasikan hal hal berikut bagi penderita kanker, kecuali

- a. Melakukan diet tinggi serat
 - b. Tidak banyak mengonsumsi daging
 - c. Tidak banyak mengonsumsi gula
 - d. Banyak mengonsumsi suplemen probiotik atau suplemen makanan yang mengandung bakteri bermanfaat
 - e. Banyak mengonsumsi buah tinggi serat
3. Berdasarkan riset tersebut bila X = kemungkinan berhentinya pertumbuhan atau mengecilnya tumor pada penderita kanker yang diet tinggi serat dan Y = kemungkinan berhentinya pertumbuhan atau mengecilnya tumor pada penderita kanker yang diet rendah serat, maka hubungan X dan Y adalah sebagai berikut:
- A. $Y=5X$
 - B. $Y=X/5$
 - C. $X=Y/5$
 - D. $Y=X$
 - E. $Y>X$

Tema III

Lautan yang memanas karena perubahan iklim menghasilkan lebih sedikit ikan

OLEH GRAMLING Carolyn, 2:00 siang, 28 FEBRUARI 2019



Menemukan ikan akan semakin sulit karena perubahan iklim terus memanasakan lautan dunia. Peningkatan suhu lautan selama lebih dari 80 tahun telah mengurangi tangkapan berkelanjutan dari 124 spesies ikan dan kerang, jumlah yang dapat dipanen tanpa melakukan kerusakan jangka panjang pada populasi, sebesar 4,1 persen. Hal tersebut dilaporkan oleh sebuah studi baru-baru ini. Penangkapan berlebihan telah memperburuk penurunan itu, kata para peneliti. Di beberapa bagian dunia, seperti Laut Jepang yang banyak ditangkap, penurunan tangkapan berkelanjutan setinggi 35 persen. Studi ini, dalam *Science* 1 Maret, meneliti perubahan dari tahun 1930 hingga 2010 pada 235 populasi ikan dan kerang yang tersebar di 38 wilayah lautan. Rata-rata, suhu permukaan laut Bumi telah meningkat sekitar setengah derajat Celcius pada waktu itu, meskipun perubahan suhu bervariasi dari satu lokasi ke lokasi lainnya.

Sekitar 8 persen populasi ikan dan kerang yang diteliti mengalami kerugian akibat pemanasan laut, sementara sekitar 4 persen populasi meningkat pada waktu itu. Itu karena

spesies tertentu, seperti *black sea bass* di sepanjang pantai timur laut AS, telah tumbuh subur di perairan yang lebih hangat. Tetapi dengan pemanasan yang terus-menerus, keuntungan itu cenderung menguap, bahkan ikan-ikan itu mencapai ambang panasnya, kata Christopher Free, seorang ahli ekologi kuantitatif di Universitas California, Santa Barbara, yang memimpin pekerjaan itu ketika ia berada di Universitas Rutgers di New Brunswick, NJ. Dengan sekitar 3,2 miliar orang di seluruh dunia saat ini mengandalkan makanan laut sebagai sumber protein, temuan ini menyoroti kebutuhan mendesak bagi perikanan untuk memperhitungkan bagaimana perubahan iklim mengubah populasi di laut.

1. Dalam naskah dijelaskan bahwa perubahan iklim menyebabkan memanasnya suhu air permukaan air laut. Di bawah ini adalah senyawa kimia yang keberadaannya di udara membuat suhu bumi meningkat, kecuali.....
 - A. CO₂
 - B. CH₄
 - C. O₂
 - D. H₂O
 - E. SO₂
2. Menurut bacaan tersebut, berikut adalah penjelasan yang tepat hubungan antara naiknya suhu air laut dengan berkurangnya tangkapan ikan :
 - A. Pada suhu air yang tinggi konsentrasi oksigen akan lebih sedikit sehingga banyak ikan susah untuk hidup dan memilih suhu air yang lebih dingin
 - B. Semua ikan tidak bisa hidup pada suhu air yang sedang atau tinggi
 - C. Semua ikan lebih suka hidup dengan suhu air yang sangat rendah
 - D. Meningkatnya suhu permukaan air di laut membuat gerak ikan lebih aktif sehingga sulit untuk ditangkap
 - E. Banyak ikan yang mati karena naiknya suhu air laut
3. Suhu permukaan laut bumi telah meningkat sekitar setengah derajat Celcius dari tahun 1930 hingga 2010. Berdasarkan data ini maka kenaikan suhu pada tahun 2130 diperkirakan sebesar..
 - A. 0,5 °
 - B. 1,0°
 - C. 1,5°
 - D. 2,0°
 - E. 2,5°

Menonton TV dikaitkan dengan penurunan memori verbal pada orang tua .

Oleh Laura Sanders 9:00 pagi, 28 FEBRUARI 2019



Orang sering khawatir tentang waktu televisi untuk anak-anak. Sebuah studi baru meneliti kebiasaan di ujung lain kehidupan. Semakin banyak orang tua menonton televisi, semakin buruk mereka mengingat daftar kata, peneliti melaporkan secara online 28 Februari di Scientific Reports. Tetapi penelitian ini hanya menggambarkan korelasi; tidak dapat mengatakan bahwa banyak waktu TV yang sebenarnya menyebabkan memori menurun .

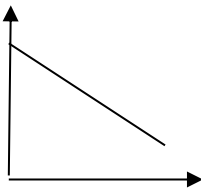
Para peneliti memeriksa data pada 3.590 orang yang dikumpulkan sebagai bagian dari English Longitudinal Study of Aging, sebuah studi jangka panjang terhadap orang-orang Inggris berusia 50 tahun dan lebih tua. Pada 2008 dan 2009, para peserta melaporkan berapa jam sehari, rata-rata, mereka habiskan menonton televisi. Selain survei, peserta mendengarkan rekaman 10 kata umum, satu kata setiap dua detik. Kemudian, orang-orang mencoba mengingat kata-kata sebanyak yang mereka bisa, baik segera setelah mendengar kata-kata dan setelah penundaan singkat.

Enam tahun kemudian, orang melakukan tes yang sama. Para peneliti menemukan orang-orang yang menonton TV lebih dari 3,5 jam setiap hari di tahun 2008 atau 2009 lebih cenderung memiliki skor memori verbal yang lebih buruk enam tahun kemudian,. “Dosis” televisi tampaknya penting: Di luar ambang 3,5 jam itu, semakin banyak orang yang menonton TV, semakin besar skor penurunan memori verbal mereka. Tidak diketahui apakah waktu televisi benar-benar menyebabkan masalah memori verbal. Kebalikannya bisa benar: Orang yang memiliki ingatan lebih buruk mungkin lebih cenderung menonton lebih banyak televisi. Namun, para peneliti menyarankan bahwa TV dapat menyebabkan semacam tekanan mental tertentu yang dapat menyebabkan masalah memori.

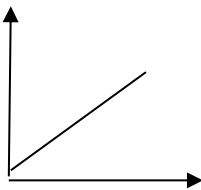
1. Bagian Otak manusia yang berfungsi untuk mengingat atau mempertahankan ingatan adalah :
 - A. Otak Besar bagian kanan
 - B. Otak Besar bagian kiri
 - C. Otak kecil
 - D. Batang Otak
 - E. Pons
2. Beberapa pernyataan dibawah ini sesuai dengan informasi yang telah disajikan , kecuali :

- A. Ada hubungan intensitas orang tua menonton televisi dengan berkurangnya memori verbal seseorang
 - B. Orang-orang yang menonton televisi lebih dari 3,5 jam setiap hari cenderung mengalami penurunan memori verbal
 - C. Belum diketahui apakah durasi menonton televisi pada orang tua benar-benar menyebabkan masalah memori verbal.
 - D. Ada hubungan antara menonton TV, tekanan mental dan masalah memori pada orang tua
 - E. Berkurangnya memori verbal orang tua disebabkan banyaknya menonton TV
3. Hubungan intensitas menonton tv pada orang yang berumur lebih dari 50 tahun (X) dan memori verbal pada orang yang berumur 50 tahun atau lebih (Y), maka hubungan X dan Y sesuai informasi tersebut dapat digambarkan sesuai dengan grafik berikut ini:

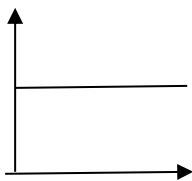
A.



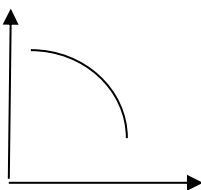
B.



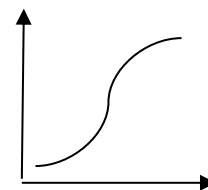
C.



D.



E.



Tidur di akhir pekan tidak bisa menebus tidur yang hilang

Oleh Jeremyrehm , 07.54, 1 MARET, 2019



Jika akhir pekan adalah waktu Anda untuk tidur, Anda mungkin ingin memikirkan kembali strategi Anda. Pada orang dewasa muda, menggunakan akhir pekan untuk menebus tidur yang hilang selama minggu kerja dapat menyebabkan peningkatan kudapan larut malam, kenaikan berat badan dan penurunan respons terhadap insulin, para peneliti melaporkan 28 Februari di *Current Biology*. "Pesan yang dibawa pulang pada dasarnya adalah bahwa Anda tidak dapat menebus penyalahgunaan jam tidur Anda dengan tidur beberapa jam lagi di akhir pekan," kata Paul Shaw, seorang ilmuwan saraf di Washington University di St. Louis yang tidak terlibat dalam belajar. "Ini tidak sesederhana mengatakan, 'Oh, jika aku tidur di akhir pekan, aku akan lebih baik.'"

Sejak 1990-an, para ilmuwan telah memahami bahwa kurang tidur dapat memengaruhi kesehatan metabolisme seseorang, menyebabkan perubahan perilaku dan fisiologis yang dapat menyebabkan obesitas dan diabetes tipe 2. Namun pada tahun 2014, sekitar 35 persen orang dewasa Amerika melaporkan tidur kurang dari yang disarankan tujuh jam per malam, menurut data terbaru yang tersedia dari Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit A.S.

Akhir pekan mungkin tampak seperti waktu yang ideal untuk tidur, tetapi tidak jelas apakah itu bisa berhasil. Jadi Christopher Depner, ahli fisiologi tidur di University of Colorado Boulder, dan rekan-rekannya menempatkan tiga kelompok orang dewasa muda di usia pertengahan 20-an melalui rejimen tidur yang berbeda selama kurang lebih dua minggu. Satu kelompok tidur sekitar delapan jam setiap malam; yang lain mendapat kira-kira lima jam semalam; yang ketiga mendapat sekitar lima jam pada malam hari dan tidur kapan saja dan sebanyak yang mereka inginkan selama akhir pekan.

Pemulihan pemulihan akhir pekan biasanya begadang hingga tengah malam atau pukul 1 malam Jumat dan Sabtu malam dan tidur hingga pukul 11 siang dan siang hari. Tetapi mereka juga begadang pada hari Minggu, tidur sekitar enam jam menuju minggu kerja. Secara kumulatif selama akhir pekan, masing-masing hanya mendapat sekitar 1,1 jam lebih dari siklus tidur alami mereka menyarankan mereka butuhkan antara Jumat dan Minggu malam, para peneliti menemukan.

"Jadi mereka memang mendapatkan tidur tambahan," kata Depner, tetapi tidak cukup untuk memulihkan tidur yang hilang selama minggu kerja.

Dan, seperti kelompok yang terlalu sedikit tidur setiap malam, orang yang menginap di akhir pekan mendapatkan sesuatu: berat badan. Kurang tidur mengganggu hormon pengontrol nafsu makan seperti leptin, kata Depner. Dan pergeseran dalam jam biologis alami akhir pekan tidur jam kemudian menyebabkan mereka menjadi lapar nanti. Selama pekan kerja, kedua kelompok mengonsumsi sekitar 400 hingga 650 kalori dalam camilan larut malam, seperti pretzel, yogurt, dan keripik kentang. Pada akhir percobaan, orang-orang di kedua kelompok telah memperoleh rata-rata sekitar 1,5 kilogram.

Tetapi ketika datang ke sensitivitas insulin, kedua kelompok berbeda. Sensitivitas di semua jaringan tubuh pada kelompok pemulihan akhir pekan turun sekitar 27 persen, dibandingkan dengan sensitivitas awal mereka yang diukur pada awal percobaan. Itu jauh lebih buruk daripada penurunan 13 persen pada mereka yang secara konsisten kurang tidur. Dan orang yang tidur di akhir pekan adalah satu-satunya yang mengalami penurunan yang signifikan dalam sel-sel hati dan otot - keduanya penting untuk pencernaan makanan - setelah akhir pekan berusaha mengejar tidur. "Itu sangat tak terduga," kata Depner. Bersepeda antara minggu tanpa tidur dan akhir pekan pemulihan bisa "memiliki beberapa konsekuensi kesehatan yang negatif di dalam dan dari dirinya sendiri."

Peter Liu, seorang ahli endokrin tidur di UCLA, mempertanyakan apakah hasil ini dapat diterapkan secara luas, terutama pada orang-orang yang secara kronis kurang tidur. Dia menemukan bahwa tidur beberapa jam bermanfaat untuk sensitivitas insulin dalam penelitiannya terhadap orang yang dilaporkan tidak cukup tidur. "Ini bukan kata terakhir pada topik penting ini," katanya.

Tetapi istirahat adalah "pilar ketiga dari gaya hidup sehat: tidur, olahraga, dan diet," kata Liu. "Sama seperti kamu tidak akan mengatakan kepada seseorang," Kamu harus melakukan diet yang baik dari Senin sampai Jumat, tetapi pada akhir pekan kamu bisa makan apa pun yang kamu suka, "Aku pikir itu prinsip yang sama di sini dengan tidur."

1. Dibawah ini adalah pernyataan yang benar tentang Hormon insulin, kecuali..
 - A. Hormon insulin dihasilkan oleh Pankreas
 - B. Insulin adalah hormon yang berfungsi untuk mengubah gula menjadi energi
 - C. Menurunnya sensitivitas insulin berarti insulin tidak akan mengubah glukosa darah menjadi energi
 - D. Kelebihan berat badan akan semakin meningkatkan sensitivitas tubuh terhadap insulin
 - E. Kondisi kadar gula tubuh seseorang yang melonjak terlalu tinggi disebut hiperglikemia
2. Dari informasi yang terdapat dalam bacaan tersebut, pada orang dengan gaya tidur bagaimanakah yang tidak mengalami penurunan sensitivitas insulin ?
 - A. Orang yang kurang tidur setiap hari namun menambahkan waktu tidur di saat akhir pekan
 - B. Orang yang kurang tidur setiap malam
 - C. Orang yang tidur minimal 8 jam setiap malam
 - D. Orang yang kurang tidur dan begadang di malam hari
 - E. Orang yang banyak tidur di waktu akhir pekan

3. Hasil penelitian Christopher Depner, ahli fisiologi tidur di University of Colorado Boulder, terhadap tiga kelompok yang berbeda dalam lamanya tidur seperti dijelaskan dalam bacaan tersebut merekomendasikan hal-hal sebagai berikut , kecuali ...
 - A. Tidur 5 jam pada saat hari-hari kerja dan tidur yang lebih lama pada saat akhir pekan sangat baik untuk kesehatan
 - B. Tidur yang baik untuk kesehatan adalah minimal 8 jam setiap malam baik pada saat hari-hari kerja maupun pada saat weekend
 - C. Begadang hingga larut malam tidak baik untuk kesehatan
 - D. Akhir pekan tidak baik digunakan untuk banyak tidur
 - E. Tidur 5 jam setiap hari tidak baik bagi kesehatan

TEMA VI

MEMAHAMI TSUNAMI

Tsunami adalah serangkaian gelombang dengan panjang gelombang yang sangat panjang dan periode sangat lama yang disebabkan oleh pergerakan vertikal air secara tiba-tiba. Penyebab tsunami antara lain adalah gempa tektonik, letusan gunung berapi, longsor, ledakan, dan benda-benda luar angkasa yang jatuh seperti meteor.

Tsunami berbeda dari gelombang air laut biasa di tepi pantai yang ditimbulkan oleh tiupan angin. Periode gelombang yang ditimbulkan oleh tiupan angin biasanya pendek, misalnya 10 detik, dan panjang gelombangnya jarang yang melebihi 150 m. Sedangkan tsunami dapat mempunyai panjang gelombang sampai 100 km dan periodenya dalam ukuran jam.

Karena panjang gelombangnya cukup besar, maka tsunami termasuk ke dalam kategori gelombang air-dangkal, yaitu gelombang dengan hasil bagi kedalaman air laut h dan panjang gelombang A , yakni h/λ , sangat kecil. Laju gelombang air-dangkal (V) sama dengan akar hasil kali percepatan gravitasi dan kedalaman air.

$$v = \sqrt{gh} , g = 9,8 \text{ m/detik}^2$$

Misalnya, kecepatan tsunami di laut dengan kedalaman 4.000 meter adalah sekitar $\sqrt{9,8 \times 4000} = 198$ m/detik atau sekitar 712 km/jam. Karena laju perubahan energinya berbanding terbalik dengan panjang gelombangnya, tsunami melaju dengan kecepatan tinggi bahkan dapat melintasi samudra tanpa kehilangan banyak energi.

Apa yang terjadi pada saat tsunami mencapai pantai? Ia mengalami perubahan. Dangkalnya laut di pantai menyebabkan kecepatan tsunami berkurang banyak. Dengan kedalaman laut, misalnya $h = 40$ m, kecepatan tsunami turun menjadi 20 m/detik atau 70 km/jam. Sekalipun demikian, energi tsunami yang bergantung pada kecepatan gelombang dan tinggi gelombang hampir konstan. Akibatnya, penurunan kecepatan secara drastis pada saat mencapai pantai, mengakibatkan naiknya tinggi gelombang tsunami. Tinggi gelombang tsunami di tengah laut biasanya hanya 1 meter. Jadi, tsunami yang semula pada saat masih di tengah laut, hampir tidak terlihat, tinggi gelombangnya naik secara tiba-tiba, sampai 10 - 20 meter ketika mencapai pantai, dan menghasilkan kerusakan yang besar. Kerusakan fisik itu diikuti pula dengan berjangkitnya berbagai penyakit, seperti malaria dan demam berdarah yang disebabkan oleh nyamuk, pes dan leptospirosis oleh tikus, tifus, dan disentri akibat air kotor serta flu dan radang paru-paru yang menyerang penduduk yang selamat.

Bentuk pantai juga dapat menentukan efek kerusakan oleh tsunami. Efek tsunami akan berlipat ganda ketika ia menghantam teluk dengan garis pantai berbentuk huruf V.

(SPMB, 2005)

1. Mengapa pada saat mencapai pantai, tinggi gelombang tsunami bisa mencapai 10-20 meter?
 - A. Adanya penurunan kecepatan gelombang tsunami secara drastis pada saat mencapai pantai
 - B. Adanya gelombang mekanik yang kecepatannya mendekati kecepatan cahaya
 - D. gejala gelombang seismik di dasar laut
 - E. gelombang mekanik ataupun gelombang seismic yang membawa energi besar dan memiliki amplitude yang besar pula
2. Kecepatan tsunami di laut dengan kedalaman 500 meter besarnya kurang lebih sama dengan ...
 - A. 39 km/jam
 - B. 70 m/s
 - C. 200 km/jam
 - D. 300 km/jam
 - E. 356 km/jam
3. Dari informasi tersebut dapat disimpulkan bahwa :
 - A. Semakin dangkal lautan maka kecepatan gelombang tsunami semakin besar
 - B. Semakin dalam lautan maka kecepatan gelombang tsunami semakin besar
 - C. Semakin dangkal lautan maka energi gelombang tsunami semakin besar
 - D. Semakin dalam lautan maka energi gelombang tsunami semakin besar
 - E. Tinggi gelombang tsunami di tengah lautan lebih tinggi dibanding ketika menuju pantai

Cara mengubah rumah kaca menjadi pembangkit tenaga listrik

Alexandra Taylor , 25 Feb 2019 - 6:45 pagi EST



Sel surya adalah perangkat yang mengubah sinar matahari menjadi listrik. Teknologi ini menawarkan cara yang lebih ramah-Bumi untuk menghasilkan daya daripada membakar batu bara dan bahan bakar fosil lainnya. Tetapi panel sel surya membutuhkan banyak ruang terbuka dan cerah untuk memanen sinar matahari itu. Di mana ruang terbatas, orang mungkin harus memilih antara panel surya dan ladang untuk menanam makanan. Tetapi bagaimana caranya agar dapat menghasilkan tanaman dan listrik secara bersamaan? Solusinya menggunakan sel surya yang bagi ilmuwan disebut Fotovoltaik.

YANG adalah seorang ahli fisika di University of California, Los Angeles. Dia mempelajari sel surya, juga dikenal sebagai sel photovoltaic (Foh-toh-vol-TAY-ik). Banyak yang dibuat menggunakan elemen silikon. Yang sebaliknya bekerja dengan versi berbasis karbon. Sel surya ini dikenal sebagai OPV, kependekan dari fotovoltaik organik. OPV fleksibel dan mudah dibuat. Baru-baru ini, beberapa kelompok ilmuwan membuat OPV yang transparan, atau jelas. Karena mereka membiarkan cahaya lewat, salah satu siswa Yang menyarankan agar mereka menggunakan OPV di atap rumah kaca. Ini mengilhami tim YANG untuk membuat dan menguji sel surya yang bisa menghasilkan listrik dan membiarkan cukup cahaya melewati agar tanaman bisa tumbuh.

Sinar matahari terdiri dari banyak warna, atau panjang gelombang, cahaya. Warna yang kita lihat - dari ungu hingga merah - disebut cahaya tampak. Panjang gelombang mereka berkisar dari 400 hingga 700 nanometer. (Nanometer adalah sepersepjuta meter). Sel surya Yang membiarkan cahaya tampak melewatinya, yang membuatnya terlihat jernih. Tetapi sel surya juga harus menyerap cahaya untuk menghasilkan listrik. Yang menyerap cahaya inframerah, yang memiliki panjang gelombang antara 700 nanometer dan 1 milimeter. Sekitar setengah dari cahaya yang berasal dari matahari adalah inframerah. Orang tidak dapat melihatnya, tetapi beberapa hewan - seperti ular dan kelelawar dapat merasakan inframerah.

Tanaman tidak membutuhkan cahaya inframerah. Bahkan, mereka hanya membutuhkan rentang cahaya tampak yang sangat kecil untuk tumbuh. Sebagian besar tanaman menyerap cahaya merah dan biru tetapi memantulkan cahaya hijau. Tim kerja YANG

ingin melihat apakah cahaya tampak yang melewati sel surya akan cukup bagi tanaman untuk tumbuh.

Timnya tidak memiliki cukup bahan untuk membangun rumah kaca secara keseluruhan. Jadi mereka melakukan percobaan dalam skala kecil sebagai gantinya. Pertama, mereka memasukkan kotoran ke dalam gelas kimia dan menanam kacang hijau di dalamnya. Mereka menanam kacang di bawah sinar matahari secara alami dalam tiga kondisi. Satu gelas kimia tidak diberi tutup. Satu kelompok memiliki aluminium foil dan OPV di atas. Gelas di kelompok terakhir sepenuhnya ditutupi dengan aluminium foil untuk menghalangi semua cahaya. Setelah 13 hari, para ilmuwan melihat seberapa baik benih itu tumbuh. Dalam gelas kimia yang tertutup foil, tanaman tumbuh dengan buruk. Tetapi biji dalam gelas kimia yang terdapat sel surya di atasnya tumbuh sebaik pada biji yang berada dalam gelas kimia yang tidak tertutup. Itu berarti sel-sel surya mungkin bekerja di atap rumah kaca. Tim menerbitkan temuannya secara online 3 Januari di ACS Nano.

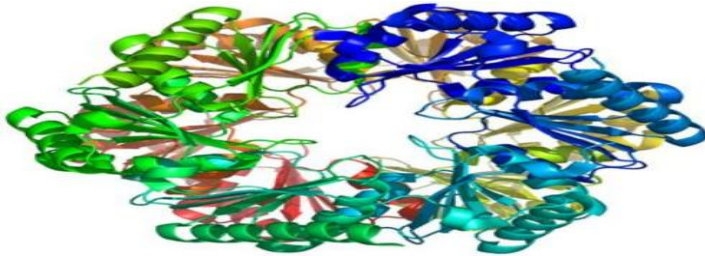
Apakah cahaya cukup dapat melewati sel surya bukanlah satu-satunya fitur yang perlu dipikirkan para ilmuwan. Ada juga efisiensi. Sel surya atap umum, yang menyerap cahaya tampak, memiliki efisiensi sekitar 18 persen. Itu berarti mereka menghasilkan daya 18 watt untuk setiap 100 watt sinar matahari yang mereka serap. Tes OPV Yang memiliki efisiensi mendekati 10 persen, yang masih cukup baik. "Tapi sel lab kami sangat kecil," kata YANG. "Ketika sel surya dibuat dengan area yang luas, efisiensi biasanya turun sedikit."

1. Mengapa sebagian besar daun berwarna hijau ?
 - a. Karena daun mengandung zat hijau daun (klorofil)
 - b. Sebagian besar klorofil dalam daun menyerap cahaya merah dan biru dan memantulkan cahaya hijau
 - c. Sebagian besar klorofil dalam daun menyerap cahaya dengan warna hijau
 - d. Karena tidak menyerap cahaya inframerah
 - e. Karena mengikat O_2 untuk keperluan fotosintesis
2. Sesuai dengan bacaan tersebut, untuk menghasilkan arus listrik sebesar 1,5 Ampere dan tegangan 6 Volt, berapa daya energi cahaya yang harus diserap sel surya?
 - A. 5 watt
 - B. 50 watt
 - C. 100 watt
 - D. 150 watt
 - E. 1000 watt
3. Apa yang dapat saudara simpulkan berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan YANG dan timnya ?
 - A. Memasang sel surya di atas rumah kaca membuat pertumbuhan tanaman terganggu
 - B. Memasang sel surya di atas rumah kaca membuat tanaman tidak dapat tumbuh
 - C. Sel surya yang dibangun di atas rumah kaca memiliki efisiensi yang sangat rendah
 - D. Memasang sel surya di atas rumah kaca tidak mengganggu pertumbuhan tanaman
 - E. Pertumbuhan tanaman pada rumah kaca yang di atasnya tidak terdapat sel surya lebih bagus dibanding yang di atasnya terdapat sel surya

Tema VIII

Proses

Artikel sains dari www.readwork.org



Ada hubungan yang dalam dan kompleks antara makhluk hidup, bahan anorganik seperti batu dan mineral, dan kondisi iklim yang kita alami, seperti hujan dan angin. Hubungan ini tidak selalu mudah dilihat. Terkadang, hubungan beroperasi pada tingkat yang kecil secara mikroskopis, seperti cara tanaman mengubah sinar matahari menjadi nutrisi. Di waktu lain, hubungan itu hanya dapat diamati dalam rentang waktu yang sangat panjang — ratusan, ribuan, atau bahkan jutaan tahun. Tetapi hubungannya ada di sana, dan kita berada dalam posisi yang unik dan istimewa untuk melihat dan menghargainya. Jika Anda dapat mengatasi dua keterbatasan penglihatan sehari-hari ini — jika Anda dapat melihat hal-hal yang sangat kecil dan halus, dan jika Anda dapat melihat hal-hal yang terjadi dalam rentang waktu yang sangat lama — apa yang akan Anda lihat?

Fotosintesis mungkin merupakan proses bumi yang paling menarik yang kita ketahui. Kita tahu bahwa tanaman mampu mengubah air, karbon dioksida, dan sinar matahari menjadi oksigen. Mereka mampu mencapai prestasi luar biasa ini dengan sejumlah kecil bagian yang terpisah, dan telah melakukannya, dengan sangat andal, selama bertahun-tahun. Siapa pun yang pernah memiliki tanaman rumah tangga, menyiraminya, meletakkannya di dekat cahaya, menyaksikannya tumbuh, dan merasakan udara di rumahnya menjadi lebih bersih telah mengalami keajaiban ini secara langsung. Tetapi jika Anda bisa melihat proses ini dalam skala kecil secara mikroskopis, keajaiban abstrak ini akan terungkap sebagai satu set mekanisme yang luar biasa.

Bagaimana jika Anda dapat melihat fotosintesis bekerja dalam rentang miliaran tahun? Ini adalah hal luar biasa lainnya: Mekanisme ini, yang beroperasi pada skala terkecil yang dapat dibayangkan, memiliki konsekuensi yang secara global memiliki ruang lingkup, dan rentang usia. Jika Anda dapat menyaksikan bumi berevolusi, Anda dapat melihat bagaimana, lebih dari dua setengah miliar tahun yang lalu, sebelum munculnya tanaman yang dapat melepaskan oksigen, sama sekali tidak ada banyak hal di atmosfer. Tidak banyak oksigen di atmosfer berarti tidak ada tempat di dekat jumlah dan jenis makhluk yang kita kenal hari ini.

Selama ratusan juta tahun, Anda perlahan mulai melihat munculnya organisme kecil yang mampu menghasilkan oksigen. Namun, Anda juga memperhatikan bahwa sebagian besar oksigen itu ditangkap oleh mineral dan bahan organik lainnya, tidak pernah tumbuh hingga tingkat yang sangat tinggi di atmosfer. Cepat atau lambat, zat organik dan anorganik ini akan mencapai titik jenuhnya — saat ketika mereka tidak bisa menyerap oksigen lagi. Saat itulah

oksigen yang diciptakan oleh organisme akan menjadi oksigen bebas. Oksigen gratis untuk semua orang!

Kemudian, sebagai pengamat dari berbagai zaman, Anda akan mulai melihat perubahan atmosfer, dari yang didominasi oleh metana dan unsur-unsur lainnya, menjadi banyak dengan oksigen. Seperti yang kita ketahui, inilah yang mengatur panggung untuk keragaman besar mineral dan kehidupan organik muncul, termasuk, miliaran tahun kemudian, manusia. Kita semua, bersama dengan makanan yang kita konsumsi dan tanah tempat kita berjalan, adalah keturunan langsung dari suatu proses yang dimulai miliaran tahun yang lalu, dan yang berlanjut hari ini, di seluruh planet ini, pada tingkat kecil secara mikroskopis. Apa yang lebih menarik dari itu? Tentu saja, jika fotosintesis adalah proses bumi yang paling menyenangkan yang kita nikmati, maka energinya dari arah yang berlawanan — panas dari inti Bumi — itu yang paling misterius. Itu karena ia berasal, setidaknya sebagian, dari peristiwa yang terjadi pada saat pembentukan planet ini.

Sementara energi dari matahari menggerakkan interaksi luar biasa antara atmosfer, organisme, dan mineral, energi dari inti bumi sangat memengaruhi bentuk tanah tempat kita berjalan — secara harfiah. Sekali lagi, bayangkan memiliki kekuatan untuk melihat sangat kecil dan sangat lambat. Proses yang dihasilkan dari energi bumi beroperasi pada level ini. Kita semua akrab dengan hasil yang paling terlihat: gempa bumi dan gunung berapi, yang memang bisa sangat hebat! Tetapi energi dari inti bumi juga bertanggung jawab atas pergeseran lempeng tektonik, yaitu, penempatan satu benua relatif terhadap benua lain, dan, sebagai akibatnya, kemunculan gunung, jurang, lautan, dan banyak lagi aspek lainnya dari lingkungan Hidup. Inilah yang sebenarnya dimaksudkan untuk merenungkan asal usul planet dan alam semesta. Ini bukan hanya masalah kosmos yang jauh dan hubungan mereka dengan kita. Ini pertanyaan tentang bagaimana hal itu bisa terjadi

1. Dari bacaan tersebut, Fotosintesis pada dasarnya adalah

- A. salah satu ide besar filsafat
- B. awal mula kehidupan di Bumi berlangsung
- C. salah satu penemuan terbaik manusia
- D. salah satu inovasi sains yang paling terkenal
- E. salah satu kunci semua proses yang ada di bumi

2. Fotosintesis adalah proses penting yang mendukung banyak jenis kehidupan. Apa bukti dari teks yang mendukung kesimpulan ini?

- A. Fotosintesis mungkin merupakan proses bumi paling menarik yang kita ketahui
- B. Fotosintesis menghasilkan oksigen, yang memungkinkan beragam mineral dan kehidupan organik muncul
- C. Fotosintesis beroperasi pada skala terkecil yang dapat dibayangkan
- D. Fotosintesis adalah proses di mana tanaman mengubah air, karbon dioksida, dan sinar matahari menjadi oksigen

E. Fotosintesis mungkin merupakan proses bumi paling awal

3. Penulis menjelaskan proses yang melibatkan perubahan yang terjadi dalam skala kecil, dan lebih dari miliaran tahun. Bagaimana penulis membantu pembaca memahami proses-proses itu?

A. Penulis menyertakan grafik, grafik, dan garis waktu

B. Penulis menyertakan ilustrasi terperinci untuk menunjukkan proses ini.

C. Penulis menggambarkan apa yang akan dilihat sebagai "pengamat lintas zaman.

D. Penulis menjelaskan instruksi untuk melakukan percobaan sendiri.

E. Penulis melaporkan penelitiannya

Tema IX

Peneliti Mulai Memahami Formasi Memori Palsu Lebih Baik

(Artikel sains dari www.readwork.org)



Jika Anda berpikir menanam ingatan palsu hanya terjadi di film, pikirkan lagi. Ingatan palsu selalu terjadi pada manusia — kita sering salah mengingat bagaimana, kapan, dan mengapa hal-hal tertentu terjadi. Kita salah mengingat detail kecil, tetapi juga acara besar. Seringkali kita salah mengingat hal-hal yang terjadi baru-baru ini. Sekarang para ilmuwan berada di jalur untuk menemukan cara yang lebih baik untuk memahami mengapa ingatan palsu terjadi pada manusia, dengan mempelajari cara menanamnya sejak awal. Menurut James Gorman dalam sebuah artikel di New York Times pada 2013, para peneliti sudah dapat melakukan eksperimen untuk meyakinkan manusia untuk mengingat kata-kata dan gambar tertentu secara tidak akurat. Sebuah studi baru-baru ini oleh para ilmuwan di Massachusetts Institute of Technology (MIT) mengambil proses ini selangkah lebih maju dengan menanam ingatan yang sepenuhnya salah pada tikus.

Meskipun tikus dan manusia adalah makhluk yang sangat berbeda, proses pembentukan ingatan mereka serupa. Mempelajari ingatan tentang tikus telah membantu para peneliti memahami dengan tepat apa yang terjadi di otak selama pembentukan ingatan palsu. Sebuah tim ilmuwan di MIT, yang mempublikasikan temuan mereka di jurnal Science, menemukan bahwa tikus dapat diyakinkan telah terkejut di lokasi tertentu ketika mereka sebenarnya tidak terkejut di sana. Para ilmuwan pertama-tama mengizinkan sekelompok tikus untuk merasa nyaman di area tertentu tanpa merasa terkejut. Mereka kemudian memperkenalkan tikus ke

area kedua di mana mereka menerima guncangan, sambil merangsang bagian-bagian dari otak mereka yang telah diaktifkan ketika menjelajahi daerah pertama dengan tenang. Selanjutnya mereka meletakkan tikus kembali di daerah aslinya. Tikus-tikus itu membeku ketakutan akan disetrum, meskipun mereka tidak memiliki ingatan yang sebenarnya tentang disetrum di sana. Aktivasi sel-sel otak ketika guncangan disampaikan sudah cukup untuk meyakinkan tikus bahwa mereka telah syok di sana sebelumnya meskipun mereka tidak.

Menurut Joel N. Shurkin dengan layanan berita "Inside Science," ingatan palsu ini sama kuat dan tampaknya nyata seperti ingatan yang sebenarnya. Pada saat yang sama, perlu dipertimbangkan apakah manusia, dengan kesadaran dan konteks yang lebih besar daripada tikus, entah bagaimana akan kurang mudah diyakinkan oleh penanaman ingatan palsu. Namun, proses ini mengungkapkan betapa mudahnya mempermainkan gagasan "kenyataan."

Eksperimen ini dan kesimpulannya semakin memahami secara spesifik bagaimana dan di mana pembentukan memori terjadi di otak. Ilmuwan Norwegia, Dr. Edvard I. Moser, yang tidak terlibat dalam eksperimen itu tetapi mengomentarnya kemudian untuk Times, mengatakan ini adalah yang paling dekat yang dapat kami tunjukkan untuk dapat menunjuk ke bagian tertentu dari otak dan mengatakan itu adalah bertanggung jawab atas memori.

Selain itu, kemampuan untuk menanam dan lebih memahami pembentukan memori dan betapa mudahnya membuat memori palsu membantu kita memahami bahwa memori sebenarnya adalah alat yang sangat tidak dapat diandalkan. Ini berguna bagi manusia untuk mengetahui karena ingatan digunakan dalam berbagai cara, termasuk kesaksian saksi dalam kasus-kasus pengadilan. Faktanya, kesaksian saksi sepenuhnya bergantung pada kemampuan seseorang untuk mengingat peristiwa.

Walaupun mungkin menakutkan untuk mempertimbangkan seberapa tidak dapat diandalkannya ingatan kita, para peneliti sepakat pasti ada sisi positif dari penelitian baru ini. Menurut penulis penelitian, "Jenis penelitian ini suatu hari bisa membantu mengobati beberapa masalah emosional, seperti gangguan stres pasca-trauma (PTSD), yang melibatkan intrusi ingatan yang tidak diinginkan." Kemampuan bermain dengan ingatan manusia memberi kita lebih banyak kekuatan atas cara kita berpikir dan mengatasi ingatan yang menyakitkan, dan bisa menjadi kunci dalam membantu orang yang menderita berbagai masalah emosional.

Para ilmuwan juga telah lama bertanya-tanya mengapa penciptaan memori palsu begitu mudah pada manusia. Mengapa ingatan manusia begitu rentan terhadap kegagalan? Gorman mencatat di Times, kemampuan otak untuk fleksibel dan membayangkan skenario yang berbeda dapat bertanggung jawab atas kreativitas manusia.

Namun, kreativitas ini - atau "imajinasi" - adalah unik bagi manusia dan merupakan bagian besar dari apa yang membuat kita menjadi manusia. Kecuali jika hewan mengalami eksperimen memori palsu seperti tikus di MIT, mereka tidak menciptakan ingatan palsu seperti yang dilakukan manusia.

1. Apa yang dicapai para ilmuwan di MIT dalam studi terbaru?

A. Mereka meyakinkan manusia untuk mengingat gambar secara tidak akurat.

B. Mereka menanam ingatan palsu pada manusia.

- C. Mereka menanam ingatan palsu pada tikus.
 - D. Mereka membuktikan bahwa menanam ingatan palsu hanya terjadi di film.
 - E. Mmembuktikan bahwa manusia bisa memiliki ingatan palsu
2. Ilmuwan berhasil memberikan kenangan palsu pada tikus yang disetrum di lokasi tertentu. Bukti mana dari teks yang mendukung kesimpulan ini?
- A. Para ilmuwan merangsang area otak tikus yang diaktifkan di lokasi pertama.
 - B. Tikus diizinkan untuk menjelajahi lokasi pertama dengan tenang.
 - C. Tikus menerima guncangan di lokasi kedua.
 - D. Tikus takut dengan lokasi di mana mereka tidak terkejut.
 - E. Tikus takut pada lokasi kedua
3. Mengapa pemahaman tentang pembentukan memori pada tikus penting bagi manusia?
- A. Ini memungkinkan para ilmuwan untuk mengembangkan obat untuk tikus yang menderita masalah memori.
 - B. Ini memungkinkan para ilmuwan untuk menciptakan teknologi yang dapat membuat ingatan palsu pada hewan.
 - C. Ini memungkinkan para ilmuwan untuk lebih memahami pembentukan memori pada manusia karena mirip dengan pembentukan memori pada tikus.
 - D. Ini memungkinkan para ilmuwan untuk melakukan lebih banyak percobaan di mana mereka dapat meyakinkan tikus dari ingatan palsu.
 - E. Tikus memiliki banyak persamaan dengan manusia

Tema X

Karbon Dioksida Dalam Mamalia

Karbon dioksida dihasilkan pada sel-sel jaringan sebagai salah satu produk akhir metabolisme. Walaupun kelarutannya dalam air hanya 0,3 mL (pada STP) per seratus mL, namun darah yang mengalir dari sel kembali ke paru-paru mengandung 5,5 sampai 6 mL CO₂ per seratus mL. Ini berarti bahwa pengangkutan CO₂ dalam darah harus memakai cara lain daripada melalui proses pelarutan biasa. Kenyataannya 85% dari CO₂ total diangkut oleh plasma dalam bentuk natrium hydrogen karbonat, NaHCO₃. Dari sisanya, 10% diangkut dalam bentuk terikat pada gugus amino yang terdapat dalam molekul hemoglobin, yaitu sebagai karbinohemoglobin, HbCO₂, dan 5% dalam bentuk terlarut.

Pembentukan natrium hydrogen karbonat dalam darah adalah suatu proses yang rumit. Karbon dioksida dari jaringan berdifusi ke dalam sel darah merah yang mengandung enzim karbonat anhidrase. Enzim ini mengkatalisis penggabungan CO₂ dan air menjadi asam karbonat, H₂CO₃. Asam ini kemudian berdisosiasi menghasilkan ion-ion H⁺ dan HCO₃⁻. Ion hydrogen karbonat berdifusi keluar dari sel darah merah ke dalam plasma dan sejumlah ekuivalen ion klorida dari plasma masuk ke dalam sel. Peristiwa ini, yang disebut “pergeseran klorida”, diperlukan untuk menjamin kenetralan larutan dalam sel, karena dinding sel tidak permeable bagi ion-ion hydrogen yang bermuatan positif.

Sebagian dari ion-ion hydrogen bebas dalam sel darah merah bergabung dengan deoksihemoglobin yang merupakan basa kuat. Dalam paru-paru deoksihemoglobin ini menyerap oksigen sehingga menjadi basa yang lebih lemah; akibatnya ion-ion hydrogen yang tadinya terikat dilepaskan kembali. Ion-ion ini kemudian bergabung dengan ion hydrogen karbonat yang akhirnya terdisosiasi menjadi CO₂ dan air dengan pertolongan enzim karbonat anhydrase.

Sistem H₂CO₃ – NaHCO₃ sangat penting bagi darah, karena merupakan salah satu buffer yang mengatur konsentrasi ion hydrogen dalam darah. Hubungan matematik antara konsentrasi ion hydrogen dengan konsentrasi H₂CO₃ dan NaHCO₃ diberikan oleh persamaan Henderson Hasselbach :

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{(\text{anion})}{(\text{asam})}$$

Dengan K_a ialah tetapan disosiasi asam.

Bagi asam karbonat pK_a = 6,4

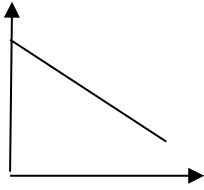
Hill, Bellamy & Jones, "Integrated Biology", 1971(Sopenmaru, 1988)

1. Sistem H₂CO₃ – NaHCO₃ sangat penting bagi darah, karena merupakan salah satu buffer yang mengatur konsentrasi ion hydrogen dalam darah. Yang dimaksud dalam sistem buffer adalah :
 - A. Suatu sistem larutan yang dapat mempertahankan nilai pH larutan agar tidak terjadi perubahan pH yang berarti oleh karena penambahan asam atau basa maupun pengenceran.
 - B. Suatu sistem larutan dimana didalamnya terdapat asam lemah dan garam
 - C. Suatu sistem larutan dimana di dalamnya terjadi ionisasi hidrogen
 - D. Suatu sistem larutan dimana terdiri dari campuran asam lemah dan basa lemah
 - E. Suatu sistem larutan yang terdapat dalam darah dimana pH relatif tetap

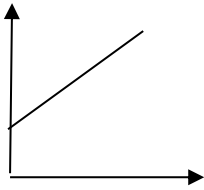
2. Jika muatan elektron adalah 1,6 x 10⁻¹⁹ coulomb, maka jika pada peristiwa pergeseran klorida waktu untuk pertukaran ion adalah 1 detik, arus yang mengalir untuk 12,4 mg H₂CO₃ adalah.... (1 mol = 6 x 10²³ partikel , Ar H =1, C= 12, O=16)
 - A. 9,6 A
 - B. 4,8 A
 - C. 19,2 A
 - D. 29 A
 - E. 96 A

3. Bila konsentrasi H⁺ dinyatakan sebagai Y dan perbandingan konsentrasi anion terhadap konsentrasi asam sebagai X, maka Y sebagai fungsi X dapat digambarkan berikut ini :
 - A.

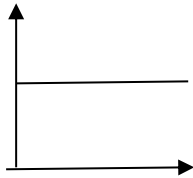
B.



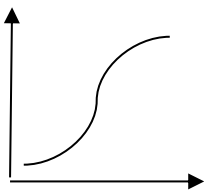
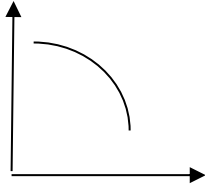
C.



D.



E.



Tema XI

Sintesis Amonia

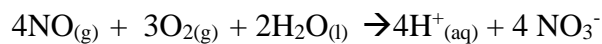
Nitrogen sangat melimpah di udara. Sekitar 80% molekul gas yang kita hirup adalah nitrogen. Akan tetapi hampir semua hewan dan tumbuh-tumbuhan tidak mampu mengubah gas

nitrogen menjadi protein. Sebaliknya, protein dapat mengurai menjadi gas nitrogen. Contohnya, di antara gas yang terdapat gas nitrogen sebagai hasil cerna makanan yang berasal dari kacang-kacangan berprotein tinggi.

Perantara alamiah utama yang mengandung hydrogen menjadi bentuk berguna untuk sintesis protein adalah : pembakaran (8%), kilat (4%), serta bakteri algae dalam tanah dan laut (68%). Reaksi yang terjadi adalah :



Gas NO yang terbentuk dapat reaksi dengan O₂ dan H₂O menghasilkan HNO₃ yang dapat diubah oleh tumbuh-tumbuhan menjadi protein.



Pada dewasa ini kira-kira 20% dari seluruh fiksasi nitrogen dilakukan di industri dunia.

Pada tahun 1913 Fritz Haber berhasil mempelajari reaksi pembentukan ammonia dari nitrogen sesuai dengan persamaan reaksi.



Presentase ammonia dalam campuran keseimbangan bergantung pada suhu dan tekanan, seperti tertera pada tabel di bawah ini.

Tekanan dalam atm	% amonia		
	Dalam campuran kesetimbangan		
	300 C	500 C	700 C
20	20	2	0
100	52	11	3
200	64	19	5
400	77	32	8
800	89	50	13

Amonia dapat digunakan langsung sebagai pupuk. Sebagian besar dari amonia yang diproduksi digunakan untuk membuat pupuk seperti urea (NH₂CONH₂), ammonium fosfat, ammonium sulfat dan ammonium nitrat.

(Sopenmaru, 1988)

- Di dalam tubuh manusia, zat amonia terjadi sebagai hasil pemecahan dari :
 - Asam amino
 - Lemak
 - Karbohidrat
 - Vitamin
 - Asam lambung
- Untuk mengubah tiga molekul nitrogen menjadi nitrogen monoksida dalam satu milidetik dengan halilintar, diperlukan daya sebesar (dalam watt) (N= 6 x 10²³)
 - 3 x 10⁻¹⁹ w
 - 3 x 10⁻¹⁶ w
 - 10⁻¹⁶ w

- D. 300 w
- E. 3×10^7 w

3. Berdasarkan data dalam bacaan tersebut, yang berkaitan dengan pembentukan amonia sebagai berikut, kecuali
- A. Reaksi pembentukan amonia membutuhkan energi
 - B. Semakin tinggi suhu konsentrasi amonia semakin kecil
 - C. Semakin tinggi tekanan konsentrasi amonia semakin besar
 - D. Semakin besar volume, konsentrasi amonia semakin kecil
 - E. Reaksi penguraian amonia melepaskan energi

Tema XII

Logam Aluminium

Aluminium adalah unsur dengan kelimpahan terbesar di kerak bumi. Meskipun aluminium terdapat dalam berbagai-bagai mineral, tetapi bijih aluminium yang terpenting adalah bauksit.

Untuk memperoleh aluminium, mula-mula bauksit dicampur dengan larutan natrium hidroksida panas yang dapat melarutkan aluminium oksida. Dari filtrat panas hasil saringan, setelah didinginkan diperoleh aluminium oksida murni yang disebut alumina.

Alumina yang murni dilarutkan ke dalam leburan natrium aluminium flourida, kemudian dielektrolisis menggunakan elektroda karbon. Pada elektrolisis ini digunakan tegangan 5 volt dan arus listrik sebesar 40.000 ampere.

Faktor energi memegang peranan terpenting dalam peleburan aluminium. Konsumsi energi E dalam wadah elektrolisis pada tegangan sel V dan efisiensi produksi x dapat dinyatakan dalam

$$E = \frac{298 V}{x} kWh/kg Al$$

Dengan kWh adalah kilowatt jam

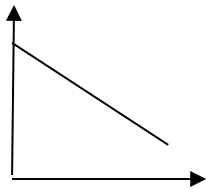
Efisiensi produksi adalah persentase aluminium yang dihasilkan dibandingkan dengan hasil teoretis yang dihitung dengan hukum Faraday. Senyawa aluminium yang melarut dalam air seperti aluminium sulfat dan tawas dapat digunakan untuk menjernihkan air.

Larutan aluminium sulfat digunakan sebagai pertolongan pertama pada sengatan serangga atau gigitan ular. Bisa ular mengandung enzim fosfolipase yang dapat merusak membrane sel. Dalam bisa atau toksin terdapat juga polipeptida yang berbahaya. Ion aluminium dapat mengkoagulasi protein-protein ini jika disuntikkan pada tempat sengatan serangga atau gigitan ular. Jika enzim-enzim itu masuk ke dalam aliran darah atau sudah merusak jaringan maka diperlukan pertolongan dokter. (UMPTN 1989)

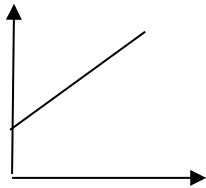
1. Enzim yang terdapat dalam bisa ular seperti dijelaskan dalam naskah tersebut dapat merusak membran sel karena membran sel terdiri atas :
- A. Polipeptida
 - B. Fosfolipida
 - C. Selukosa
 - D. Glikoprotein
 - E. Glukosa 6-fosfat

2. Energi yang dibutuhkan dalam elektrolisis aluminium selama 10 detik adalah
- A. 20 kJ
 - B. 200 kJ
 - C. 800 kJ
 - D. 2000 kJ
 - E. 8000 kJ
3. Bila banyaknya energi yang digunakan untuk peleburan aluminium sebagai sumbu X dan efisiensi sebagai (Y) maka hubungan X dan Y dapat digambarkan dengan grafik sebagai berikut:

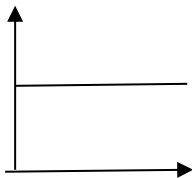
A.



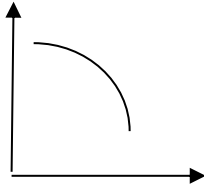
B.



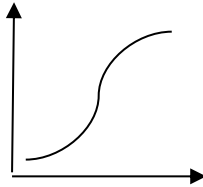
C.



D.



E.



Tema XIII

Minyak Akar Wangi

Tanaman akar wangi (*Vetiveria Zizanioides*) menghasilkan minyak suling yang cukup berharga, per kilogramnya dapat mencapai Rp 1. 200.000,00. Minyak akar wangi ini pernah gterkenal dengan nama Java Vetiver Oil. Perkembangan agak terhalang karena adanya isu bahwa tanaman tersebut menyebabkan erosi. Kemudian isu tersebut tidak benar bahkan Bank Dunia menerbitkan buku “*Vetiver Grass : The hedge against errosion*” (1990) yang menyatakan bahwa akar wangi dapat menahan erosi. Perhatian akan produksi minyak mulai berkembang lagi. Alat dan cara penyulingan diperbaiki , penggunaan ketel uap dari besi yang mengurangi kualitas karena bereaksi dengan bahan akar wangi ditinjau kembali, dan seterusnya.

Minyak tanaman akar wangi hasil penyulingan lebih disukai daripada minyak hasil ekstraksi, sebab selain biayanya lebih murah baunya lebih wangi. Tanaman akar wangi tumbuh dnegan baik di dataran tinggi (600 m-1200 meter diatas permukaan laut) dengan suhu antara 17 -25 derajat celsius. Lebih baik lagi bila tanah menandung abu vulkanik . Dibawah ini disajikan cukilan data (dibula tkan) hasil minyak wangi yang diekspor .

Tahun	2004	2005	2006
Volume (dalam ton)	56,4	74,2	75,2
Nilai (dalam juta dolar AS)	2,4	1,5	2,0

Sumber: www.comtrade.un.org

- Minyak tanaman akar wangi hasil penyulingan lebih disukai daripada minyak hasil ekstraksi. Minyak akar wangi dapat diisolasi dengan penyulingan sebab
 - Titik didih minyak akar wangi lebih tinggi dari titik didih air
 - Titik didih minyak akar wangi lebih tinggi sama dengan titik didih air
 - Titik didih minyak akar wangi lebih rendah dari titik didih air
 - Minyak akar wangi lebih mudah mengendap
 - Minyak akar wangi lebih encer
- Apabila variasi suhu terhadap tinggi tempat tanaman akar wangi tumbuh dianggap linier, maka pada ketinggian 1000 m, suhu tempat adalah ..
 - 22,33° C

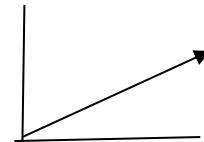
- B. 17°C
- C. 25°C
- D. $20,33^{\circ}\text{C}$
- E. $18,67^{\circ}\text{C}$

3. Dari data ekspor tersebut dalam naskah, maka nilai komoditas akar wangi per ton dalam dolar pada tahun 2004 hingga 2006 dapat ditunjukkan oleh grafik sebagai berikut:

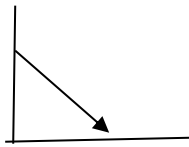
A.



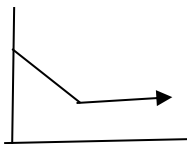
E.



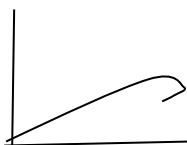
B.



C.



D.



Bioenergi

Melalui biokonversi, limbah organik seperti tinja, sampah domestik, dan limbah pertanian dapat dikonversi menjadi bioenergi. Ditinjau dari susunan kimianya, gas bioenergi merupakan gas kompleks yang terdiri dari metana (60 %), karbondioksida (30 %), gas asam sulfida (1 %), dan gas gas lain. Pembuatannya menggunakan teknik fermentasi untuk memacu proses degradasi dan dekomposisi. Proses degradasi dapat berlangsung secara aerobik maupun anaerobik, sedangkan untuk pembuatan gas bioenergi diperlukan lingkungan yang anaerobik. Laju degradasi adalah sebanding dengan degradasi yang ada pada suatu saat.

Biokonversi limbah organik menjadi bioenergi memerlukan waktu 25 hari. Degradasi berlangsung selama 5 hari pertama. Biokonversi itu terjadi melalui bantuan aktivitas bakteri selulolitik seperti *Clostridium thermosellum*, *Pseudomonas fluorescens* var *cellulosae*, *Celebivrio* sp, *Sellumonas flavigena*, *ascaligenas faecalis*, *Xanthomonas camprestis*, *Sporocytophaga myxococcoides*. Secara anaerobik bakteri-bakteri tersebut mendegradasi limbah organik dan dari proses itu dihasilkan karbondioksida, etanol dan kalor

Tahap fermentasi berlangsung dalam dua tahap. Pada tahap pertama, bakteri asidogenik akan mengkonversi etanol dan karbondioksida menjadi asam asetat dan metana. Pada tahap kedua, bakteri metanogenik akan mengkonversi asam asetat menjadi metana dan karbondioksida. Konversi asam asetat menjadi metana terjadi melalui bakteri *Maethanobacterium omelenski*, *Clostridium thermacellum*, *Methanosarcina methanica* dan *methanacoccus mazeki*.

(UMPTN 1993)

1. Gas bioenergi yang dapat digunakan sebagai bahan bakar adalah..
 - A. Metana
 - B. Karbondioksida
 - C. Asam sulfida
 - D. Asam asetat
 - E. Amonia
2. Apabila sebanyak 4 mol etanol mengalami proses fermentasi tahap pertama oleh bakteri asidogenik dan tahap kedua oleh bakteri metanogenik, maka jumlah gas metana ($M_r=16$) yang terbentuk adalah
 - A. 6 gram
 - B. 12 gram
 - C. 24 gram
 - D. 48 gram
 - E. 96 gram
3. Bila $Y(t)$ menyatakan degradasi limbah organik pada suatu saat dimana Y adalah fungsi dari t dan diperoleh bahwa $Y= 0,876 t^2$, maka laju degradasi dapat dinyatakan sebagai
 - A. 1,752 t
 - B. 0,876
 - C. t
 - D. 3,504
 - E. 2t



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00201947266, 24 Juli 2019

Pencipta

Nama : **Purwo Susongko, Mobinta Kusuma, , dkk**
Alamat : Jl. Imam Bonjol Gg. 2 No. 14 RT 007 RW 002 Desa Kudaile -
Kecamatan Slawi - Kabupaten Tegal 52413 Jawa Tengah,
Kabupaten Tegal, Jawa Tengah, 52413
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Purwo Susongko, Mobinta Kusuma, , dkk**
Alamat : Jl. Imam Bonjol Gg. 2 No. 14 RT 007 RW 002 Desa Kudaile -
Kecamatan Slawi - Kabupaten Tegal 52413 Jawa Tengah,
Kabupaten Tegal, 9, 52413
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Ciptaan : **Karya Tulis Lainnya**
Judul Ciptaan : **TES LITERASI SAINS BERBASIS IPA TERPADU UNTUK
SISWA SMA PROGRAM MIPA**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 24 Juli 2019, di Tegal
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor pencatatan : 000147449

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL



Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Purwo Susongko	Jl. Imam Bonjol Gg. 2 No. 14 RT 007 RW 002 Desa Kudaile - Kecamatan Slawi - Kabupaten Tegal 52413 Jawa Tengah
2	Mobinta Kusuma	Dusun Lamaran RT 004 RW 009 Desa Sitanggal - Kecamatan Larangan - Kabupaten Brebes 52262 Jawa Tengah
3	Yuni Arfiani	Babakan RT 004 RW 004 Desa Babakan - Kecamatan Kramat - Kabupaten Tegal 52181 Jawa Tengah

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Purwo Susongko	Jl. Imam Bonjol Gg. 2 No. 14 RT 007 RW 002 Desa Kudaile - Kecamatan Slawi - Kabupaten Tegal 52413 Jawa Tengah
2	Mobinta Kusuma	Dusun Lamaran RT 004 RW 009 Desa Sitanggal - Kecamatan Larangan - Kabupaten Brebes 52262 Jawa Tengah
3	Yuni Arfiani	Babakan RT 004 RW 004 Desa Babakan - Kecamatan Kramat - Kabupaten Tegal 52181 Jawa Tengah



SERTIFIKAT

Nomor : 03.23/P3M.PHB/VII/2019



Diberikan Kepada

Purwo Susongko

Sebagai

Peserta

“Klinik Drafting Kekayaan Intelektual dan Paten”

yang diselenggarakan oleh Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M)

Politeknik Harapan Bersama Tegal

berkerjasama dengan FORKOM LPPM BREGASLANG


Tegal, 31 Juli 2019

Wakil Direktur I


Arhan Haqiqi Sudasmoro, M.Kom

Ketua Pusat Penelitian dan

Pengabdian Masyarakat


Dairoh M.Sc

didukung oleh :



universitas
peradaban



International Conference
on Mathematics and Science Education



SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA



International Conference
on Science Education

CERTIFICATE

This certificate is awarded to:

Purwo Susongko

has participated as

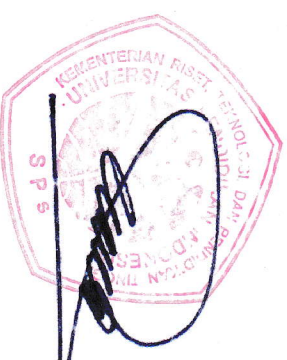
Presenter

In the International Conference on Mathematics and Science Education (ICMSCE)
in conjunction with International Conference on Science Education (ICoSEd)

Theme:

"Mathematics and Science Education Research for Sustainable Development"

Bandung, June 29th, 2019



Prof. H. Yaya S. Kusumah, M.Sc., Ph.D.
Director of School of Postgraduate Studies
Universitas Pendidikan Indonesia



Prof. Dr. Anna Permasari, M.Si.
President of Association of Indonesian Science Educators