

# Profil Pemahaman Siswa SMA Pada Materi Struktur Atom

## *Profile of High School Students' Understanding of Atomic Structure*

A Yaqiin<sup>1</sup>, H Habiddin<sup>1,2\*</sup>, B Rahmawati<sup>1</sup>, C K N Secharlati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Kimia, Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No 5, Malang, Jawa Timur, Indonesia. 65145

<sup>2</sup>Departemen Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No 5, Malang, Jawa Timur, Indonesia. 65145

\*[Habiddin\\_wuni@um.ac.id](mailto:Habiddin_wuni@um.ac.id)

### ARTICLE INFO

**Received on:**

26<sup>th</sup> Juni 2024

**Revised till:**

30<sup>th</sup> July 2024

**Accepted on:**

31<sup>st</sup> July 2024

**Publisher version**

**published on:**

30<sup>th</sup> November 2024

### ABSTRACT

*Understanding fundamental chemistry concepts is necessary to study the following concepts at a higher level. Atomic structure is a prerequisite topic that must be mastered to study advanced concepts. If students have difficulty understanding the concept, it can affect their understanding of other chemistry concepts. This study aims to describe and identify differences in understanding the atomic structure of 75 students in grades 10, 11, and 12. The validated instrument in the form of structured short answer questions was applied. The data was analyzed descriptively using parametric statistics, namely the Anova One Way and Post Hoc Tukey tests. The results of the analysis stated that the understanding of atomic structure material for students in grades 12 > 11 > 10. The comprehension of grade 10 and 11 students is included in the high category, and for grade 12, it is very high. There was a significant difference in the understanding of atomic structure material between students in grades 10, 11, and 12, and there was a positive relationship between students' understanding of atomic structure material and grade level.*

### KEYWORDS

*Students' Understanding, Atomic Structure, Cross-Sectional Study*

### ABSTRAK

Pemahaman konsep-konsep dasar kimia sangat diperlukan untuk mempelajari materi dengan tingkatan yang lebih tinggi. Struktur atom merupakan materi prasyarat yang harus dikuasai untuk mempelajari materi kimia lanjutan. Apabila siswa kesulitan dalam memahami materi tersebut maka dapat mempengaruhi pemahaman siswa pada materi kimia lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan mengidentifikasi perbedaan pemahaman materi struktur atom antara siswa kelas 10, 11, dan 12 berjumlah 75 siswa. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes diagnostik berbentuk essay yang telah divalidasi. Data dianalisis secara deskriptif dan menggunakan statistik parametrik, yaitu uji Anova One Way dan uji Post Hoc Tukey. Hasil analisis menyatakan pemahaman materi struktur atom siswa kelas 12 > kelas 11 > kelas 10. Pemahaman siswa kelas 10 dan 11 termasuk dalam kategori tinggi, dan untuk kelas 12 sangat tinggi. Terdapat perbedaan yang signifikan pada pemahaman materi struktur atom antara siswa kelas 10, 11, dan 12 dan terdapat hubungan positif antara pemahaman siswa pada materi struktur atom dengan tingkatan kelas.

### KATA KUNCI

*Pemahaman siswa, Struktur Atom, Study Cross Sectional*



<https://doi.org/10.24036/ekj.v6.i3.a553>

2024 • Vol.6, No.3

A Yaqiin<sup>1</sup>, H Habiddin<sup>1,2\*</sup>, B Rahmawati<sup>1</sup>, and C K N Secharlati<sup>1</sup>

## 1. PENDAHULUAN

Ilmu kimia merupakan cabang ilmu sains yang mempelajari sifat zat, struktur zat, perubahan zat, hukum dan prinsip yang menjelaskan perubahannya, serta konsep dan teori yang mampu menginterpretasikan semua hal tersebut<sup>(1)</sup>. Pemahaman yang mendalam pada materi dasar ilmu kimia sangat penting dalam mempelajari ilmu kimia, sehingga dapat memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman materi kimia lainnya. Materi kimia diajarkan secara berjenjang dan berurutan karena pemahaman materi dasar diperlukan untuk memahami materi yang lebih kompleks. Jika siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi dasar, ini akan mempengaruhi kemampuan mereka dalam mempelajari konsep kimia yang lebih lanjut

Struktur atom termasuk dalam salah satu materi dasar ilmu kimia yang krusial untuk dipelajari karena menjadi pengetahuan prasyarat untuk mempelajari materi kimia selanjutnya<sup>(2)</sup>, seperti sistem periodik unsur, hukum dasar kimia, dan redoks. Lebih lanjut, berbagai konsep dalam materi struktur atom seperti teori model atom dan konfigurasi elektron diperlukan untuk mempelajari materi kimia lanjutan seperti sifat-sifat unsur dan senyawa, struktur dari senyawa kimia, jenis-jenis ikatan, dan lain sebagainya<sup>(4)</sup>. Pengetahuan prasyarat merupakan hal penting yang harus dikuasai siswa, hal ini sejalan dengan yang pendapat Ausubel yang menjelaskan bahwa konsep baru dapat dipelajari secara bermakna dan tidak mudah dilupakan jika konsep-konsep tersebut dihubungkan dengan konsep yang sudah ada dalam struktur pengetahuan siswa<sup>(3)</sup>.

Widiyowati (2014) menemukan bahwa pemahaman konsep struktur atom dan sistem periodik unsur berpengaruh terhadap hasil belajar siswa pada materi ikatan kimia<sup>(5)</sup>. Struktur atom adalah materi dasar kimia yang bersifat abstrak dan mikroskopik, khususnya atom yang tidak dapat diamati secara kasat mata karena ukurannya sangat kecil dan lingkup materinya sangat luas<sup>(6)</sup>. Untuk mempermudah proses pembelajaran seringkali digunakan model atau ilustrasi yang berdasarkan hasil penelitian para ilmuwan. Model atau ilustrasi ini dapat disalahartikan (miskonsepsi) oleh siswa saat mencoba memahami konsep karena sifat atom yang sangat kecil dan abstrak XX.

Pemahaman siswa SMA terhadap materi pelajaran kimia, khususnya struktur atom, berbeda di setiap tingkat kelas (kelas 10, 11, dan 12). Siswa kelas 12 memiliki pemahaman konsep yang lebih ilmiah daripada siswa kelas 11, dan begitu pula siswa kelas 11 dibandingkan siswa kelas 10. Perbedaan ini terjadi karena siswa kelas 12 dan 11 telah mengalami pengulangan dan elaborasi materi kimia, termasuk struktur atom, melalui pelajaran yang berulang. Pengulangan dapat membantu siswa dalam proses menyerap dan mempertahankan materi yang diajarkan, sementara elaborasi dapat menyebabkan suatu informasi yang diterima siswa menjadi lebih bermakna<sup>(7)</sup>.

Penelitian Umaida (2010) mengidentifikasi bahwa siswa kelas 10 dan 11 dalam memahami mengalami kesulitan yang cukup tinggi dalam memahami materi struktur atom, khususnya dalam submateri yang terkait dengan eksperimen yang mendasari penemuan proton. Sebanyak 74,4% siswa kelas 10 dan 84,2% siswa kelas 11 mengalami kesulitan dalam memahami konsep abstrak ini<sup>(8)</sup>. Namun, Fadiawati (2011) menemukan bahwa rata-rata 30,29% siswa kelas 10 dan 9,13% siswa kelas 11 mampu menjawab soal tentang struktur atom. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa kelas 11 tidak lebih baik daripada siswa kelas 10<sup>(9)</sup>. Penelitian Laura mengenai kesulitan belajar siswa kelas 10 pada materi struktur atom menunjukkan bahwa 59,73% siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep dan 74,91% siswa mengalami kesulitan dalam perhitungan terkait struktur atom<sup>(10)</sup>. Sejalan dengan hal ini, Mellyzar (2022) menemukan bahwa 51% siswa kelas 10 mengalami kesulitan dalam memahami konsep struktur atom, 38% siswa mengalami miskonsepsi dan 11% dari total siswa tidak memahami konsep tersebut<sup>(11)</sup>. Pada materi lain, Diannisa menemukan hal senada yaitu 52% siswa memberikan jawaban secara tepat pada konsep partikel penyusun atom, namun 73% siswa tidak memberikan tanggapan pada konsep sifat keperiodikan unsur yang berdampak pada kemampuan siswa dalam memahami konsep keperiodikan unsur<sup>(12)</sup>. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar siswa menunjukkan tingkat pemahaman yang kurang memadai terkait dengan materi struktur atom.

Penelitian yang sebelumnya meneliti pemahaman siswa dalam materi struktur atom pada kelas 10 dan 11, belum ada yang meneliti perbedaan pemahaman siswa kelas 12 dengan dua kelas lainnya. Banyaknya siswa yang memiliki tingkat pemahaman rendah pada materi struktur atom di kelas 10, kemudian siswa kelas 11 dan 12 yang menerima materi kimia lanjutan dengan pengetahuan prasyarat yang belum tuntas mendorong peneliti untuk melakukan penelitian guna mengetahui perbedaan tingkat pemahaman siswa kelas 10, 11, dan 12 pada materi struktur atom di tingkat SMA.

## 2. METODE

Penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian deskriptif menggunakan metode kuantitatif dengan desain *cross sectional*. Subjek penelitian ini adalah 25 siswa dari setiap tingkatan kelas 10, 11, dan 12 jurusan MIPA MAN 1 Malang tahun ajaran 2023/2024 yang telah mempelajari materi struktur atom. Penelitian dimulai dengan analisis kompetensi dasar dan kajian pustaka mengenai tingkat pemahaman siswa pada materi struktur atom, kemudian peneliti menyusun instrumen berupa tes diagnostik berbentuk esai sebagai alat untuk mengukur tingkat pemahaman siswa, sebelum digunakan instrumen divalidasi oleh ahli agar data yang diperoleh akurat dan dapat merepresentasikan pemahaman siswa dengan tepat, kemudian peneliti melakukan pengambilan data pada subjek yang telah ditentukan, data yang diperoleh diolah dan dianalisis untuk menggambarkan perbedaan tingkat pemahaman

siswa kelas 10, 11, dan 12 pada materi struktur atom. Langkah selanjutnya adalah melakukan penarikan kesimpulan.

Instrumen penelitian ini adalah tes esai terstruktur berjumlah enam butir soal yang telah disesuaikan dengan kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi struktur atom dalam kurikulum pada level kognitif pemahaman menurut taksonomi Bloom yang telah direvisi. Tiap soal terdistribusi dalam 2 sub pertanyaan a dan b. Data yang diperoleh berupa skor siswa dalam menyelesaikan butir soal uraian. Tahap-tahap dilakukan terpisah pada masing masing tingkatan kelas, meliputi: 1) memberikan soal esai kepada siswa, 2) mengoreksi jawaban siswa berdasarkan pedoman penskoran dan dikelompokkan, 3) menggunakan hasil pengelompokan skor siswa untuk menentukan tingkat pemahaman siswa berdasarkan acuan pemahaman pada Tabel 1<sup>(13)</sup>.

Tabel 1. Kriteria pemahaman siswa

Kriteria	Skor
Sangat Rendah	$0 \leq P < 40$
Rendah	$40 \leq P < 55$
Sedang	$55 \leq P < 70$
Tinggi	$70 \leq P < 85$
Sangat Tinggi	$85 \leq P < 100$

P = Kriteria Pemahaman

Dari pengelompokan skor didapatkan klasifikasi siswa kelas 10, 11, dan 12 berdasarkan kategori pemahamannya.

Instrumen divalidasi oleh dosen ahli Jurusan Kimia Universitas Negeri Malang dan guru Mata Pelajaran Kimia MAN 1 Malang, untuk mengetahui tingkat keakuratan instrumen dalam menganalisis tingkat pemahaman siswa kelas 10, 11, dan 12 pada materi struktur atom. Aspek yang dinilai pada instrumen tes, yaitu: (1) substansi soal, (2) aspek kebahasaan, dan (3) tampilan soal. Penilaian validator pada setiap aspek menggunakan skala (1) tidak sesuai, tidak layak, tidak setuju, (2) kurang sesuai, kurang layak, kurang setuju, (3) cukup sesuai, cukup layak, cukup setuju, (4) sesuai, layak, setuju, dan (5) sangat sesuai, sangat layak, sangat setuju. Skor penilaian yang diberikan setiap validator dinyatakan dalam persentase validasi isi yang dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$VS (\%) = \frac{\text{jumlah skor dari penilai}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100\%$$

Keterangan:

VS = persentase skor validator

Persentase yang didapat kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria pada Tabel 2<sup>(14)</sup>:

Tabel 2. Kriteria validasi isi

Nilai VS (%)	Kriteria
25 – 40	Tidak Valid
41 – 55	Kurang Valid
56 – 70	Cukup Valid
71 – 85	Valid
86 – 100	Sangat Valid

VS = Persentase skor validator

Persentase skor validasi instrumen dari dosen ahli Jurusan Kimia adalah 86% dengan kategori sangat valid. Hasil validasi instrumen oleh guru Mata Pelajaran Kimia menyatakan bahwa soal yang disusun peneliti mencapai kategori sangat valid dengan persentase skor 95%. Dengan demikian uji validitas isi yang dilakukan pada instrumen peneliti menunjukkan bahwa enam butir soal esai bercabang tergolong dalam kategori sangat valid dengan persentase skor rata-rata 90%, sehingga semua soal layak digunakan untuk pengambilan data pada siswa.

Teknik statistik yang digunakan untuk menganalisis data merupakan jenis statistik deskriptif, yaitu uji Anova One Way untuk mengidentifikasi ada atau tidaknya perbedaan pemahaman yang signifikan antara tiga tingkatan kelas. Sebelum menjalankan uji ini, terdapat uji prasyarat yang harus dipenuhi terlebih dahulu pada data yang telah dikumpulkan, yaitu uji normalitas dan homogenitas. Dalam konteks penelitian ini, Post Hoc Tukey dilakukan sebagai uji lanjut untuk mengidentifikasi dan memahami perbedaan pemahaman secara lebih spesifik antara satu tingkatan kelas dengan tingkat kelas lainnya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Deskripsi Pemahaman Siswa pada Materi Struktur Atom

Tingkat pemahaman dari siswa kelas 10, 11, dan 12 dianalisis menggunakan teknik deskriptif untuk mengidentifikasi bagaimana perbedaan pemahaman materi struktur atom di berbagai tingkatan kelas. Analisis dilakukan pada setiap butir soal yang mewakili Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) struktur atom dalam kurikulum yaitu Perkembangan Model Atom (PMA), Partikel Penyusun Atom (PPA), Konfigurasi Elektron (KE), dan Bilangan Kuantum (BK) dengan membandingkan nilai rata-rata siswa dan persentase jumlah siswa satu kelas pada setiap tingkat pemahaman untuk setiap butir soal. Data mengenai skor rata-rata dan persentase jumlah siswa berdasarkan tingkat pemahaman disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Statistik deskriptif pemahaman materi struktur atom kelas 10, 11, dan 12

IPK	No Soal	Kelas	Skor rata-rata	Persentase Jumlah Siswa Berdasarkan Tingkat Pemahaman				
				Sangat Rendah	Rendah	Cukup	Tinggi	Sangat Tinggi
PMA	1	10	9,04	-	4%	4%	20%	72%
		11	9,16	-	-	8%	28%	64%
		12	8,96	-	-	16%	20%	64%
	2	10	6,32	-	4%	76%	20%	-
		11	6,48	-	-	84%	12%	4%
		12	8,24	-	12%	20%	20%	48%
PPA	3	10	8,08	8%	-	36%	4%	52%
		11	9,48	-	-	4%	24%	72%
		12	9,64	-	-	4%	12%	84%
KE	4	10	8,72	-	4%	12%	36%	48%
		11	8,92	-	-	16%	28%	56%
		12	9,08	-	4%	12%	16%	68%
	5	10	6,6	8%	36%	20%	-	36%
		11	7,48	4%	12%	24%	36%	24%
		12	9,88	-	-	-	16%	84%
BK	6	10	7,68	8%	4%	16%	52%	20%
		11	8,16	-	-	32%	40%	28%
		12	9,24	-	-	-	48%	52%

IPK = Indikator Pencapaian Kompetensi, PMA = Perkembangan Model Atom, PPA = Partikel Penyusun Atom, KE = Konfigurasi Elektron, dan BK = Bilangan Kuantum

Berikut deskripsi pemahaman siswa kelas 10, 11, dan 12 pada setiap butir soal.

### 3.1.1 Pemahaman Siswa pada Butir 1

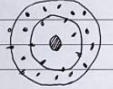
Soal ini bertujuan untuk menggambarkan pemahaman siswa pada IPK Perkembangan Model Atom. Pada butir soal ini siswa diminta menentukan pencetus dan menjelaskan teori atom sesuai gambar model atom yang diberikan. Kelas 10 memiliki persentase tertinggi siswa dengan pemahaman sangat tinggi, yaitu 72%, dengan hanya 4% siswa yang masuk dalam kriteria pemahaman rendah. Di sisi lain, kelas 11 dan 12 memiliki persentase yang sama untuk siswa dengan pemahaman sangat tinggi, yaitu 64%. Namun, dalam skor rata-rata tes, kelas 11 memperoleh nilai tertinggi dengan 9,16, disusul oleh kelas 10 dengan nilai 9,04, dan kelas 12 dengan nilai terendah yaitu 8,96. Dengan demikian, secara umum pemahaman siswa pada IPK perkembangan teori model atom lebih baik di kelas 11, diikuti oleh kelas 10, dan terakhir kelas 12.

Perbedaan tingkat pemahaman antar tingkatan kelas disebabkan oleh kompleksitas materi perkembangan teori model atom yang memiliki konsep. Sebagian besar siswa hanya menghafal materi tanpa benar-benar memahami dengan baik<sup>(12)</sup> yang menyebabkan pemahaman mereka menjadi tidak

mendalam. Pendapat ini diperkuat dengan pendapat Suardana (), yang menyebutkan bahwa kebiasaan menghafal dalam proses pembelajaran menyebabkan siswa cenderung melupakan konsep-konsep yang telah dipelajari<sup>(15)</sup>. Sebagai contoh, pada jawaban siswa kelas 10, 11, dan 12 terkait pencetus dan teori model atom yang dilihat dalam Gambar 1.

e) Atom Mekanika Kuantum Pencetus : Schrodinger dan Heisenberg  
Elektron yang mengelilingi inti atom tidak dapat di pastikan keberadaannya

(a)

e)  => Pencetus teori model atom tersebut adalah Erwin Schrodinger, Louis de Broglie, Heisenberg, yang mengatakan bahwa atom memiliki inti pusat yang terdiri dari proton dan neutron, dengan elektron yang mengitari inti pada daerah keberadaan ditampanya elektron yang dinamakan orbital

(b)

e), Teori Mekanika Kuantum → atom terdiri di inti atom bermuatan positif dan awan elektron yg mengelilinginya

(c)

Gambar 1. Jawaban Siswa pada Soal 1, (a) kelas 10; (b) kelas 11; (c) kelas 12

Siswa kelas 11 memberikan jawaban yang lengkap, sedangkan kelas 12 dan 10 hanya memberikan jawaban berupa poin-poin penting dari pertanyaan saja. Secara kuantitatif siswa kelas 10 yang memberikan jawaban benar lebih banyak dibanding siswa kelas 11 dan 12 sehingga kelas 10 memiliki skor rata-rata tertinggi.

### 3.1.2 Pemahaman Siswa pada Butir 2

Soal ini mewakili jawaban siswa dalam IPK perkembangan teori model atom submateri eksperimen ilmuwan untuk membuktikan jenis partikel penyusun atom. Siswa diharuskan membuat kesimpulan dari hasil eksperimen yang dilakukan seorang ilmuwan dan implikasinya terhadap model atom yang dicetuskannya. Berdasarkan tabel 3, siswa kelas 12 memiliki persentase tertinggi dalam kategori pemahaman sangat tinggi, yaitu 48%, diikuti oleh kelas 11 sebanyak 4% dan kelas 10 tidak terdapat siswa yang memiliki pemahaman yang tinggi. Skor rata-rata tertinggi diperoleh oleh kelas 12 dengan nilai 8,24, sedangkan kelas 11 mempunyai skor rata-rata 6,48, dan kelas 10 memiliki skor rata-rata terendah, yaitu 6,32. Dapat disimpulkan bahwa pemahaman siswa mengenai submateri percobaan untuk membuktikan jenis partikel penyusun atom meningkat dari kelas 10 ke kelas 12.

Perbedaan tingkat pemahaman antar tingkatan kelas disebabkan karena siswa kelas 11 dan 12 mengalami pengulangan dan elaborasi materi yang lebih banyak daripada siswa kelas 10<sup>(16)</sup>. Kelas 12 memiliki pemahaman yang jauh lebih baik daripada kelas 11 dan 10. Sebagai contoh, perbedaan dalam jawaban siswa terkait eksperimen penembakan alfa dapat dilihat pada Gambar 2.

2. Partikel alfa yang ditembakkan ke film emulsi terdapat sinar yang memantul dan ada yang dipantulkan dari sinar yang dipantulkan  
 Rutherford menyimpulkan bahwa atom memiliki inti yang bermuatan positif karena partikel alfa bermuatan positif jadi partikel alfa terpantul

(a)

2. Kesimpulan dari percobaan ini adalah bahwa atom terdiri dari inti yang sangat kecil dan padat yang memiliki muatan positif dengan elektron yang bergerak mengelilingi inti tersebut, dan percobaan ini membantu memvalidasi model atom Rutherford dan menyuarakan pengembangan model atom yang lebih canggih

(b)

2. Kebanyakan sinar alfa menembus lempeng menunjukkan bahwa sebagian besar ruang di dalam atom adalah ruang hampa  
 Sebagian kecil sinar alfa dibelokkan dengan sudut yang besar menunjukkan bahwa muatan positif dalam atom terkonsentrasi di area yg sangat kecil, yang disebut inti atom.  
 Beberapa sinar alfa dipantulkan kembali secara langsung menunjukkan bahwa inti atom memiliki muatan positif.  
 Hasil dari percobaan sinar alfa merevisi model atom sebelumnya dengan model yg memiliki inti kecil bermuatan positif di pusat dan terdapat elektron-elektron yg berputar mengelilinginya dalam dalam ruang hampa, seperti model planetarium.

(c)

Gambar 2. Jawaban Siswa pada Soal 2, (a) kelas 10; (b) kelas 11; (c) kelas 12

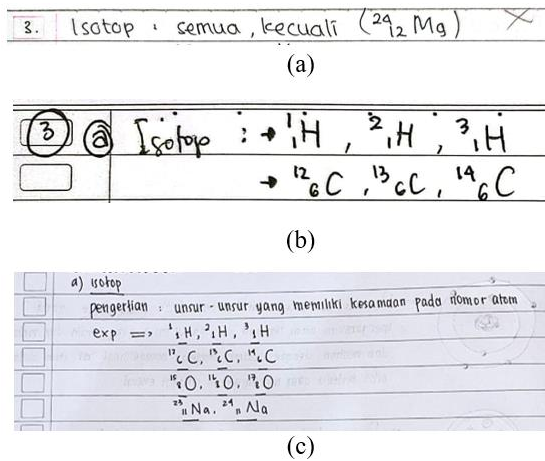
Jawaban siswa kelas 10 hanya menjelaskan potongan kesimpulan dari eksperimen dan tidak menjelaskan implikasi eksperimen terhadap model atom Rutherford, siswa kelas 11 memberikan jawaban yang lebih lengkap dengan menjelaskan kesimpulan dari eksperimen dengan implikasinya, namun jawaban yang diberikan masih secara umum. Siswa kelas 12 memberikan jawaban yang lebih sempurna dengan menjelaskan makna fenomena yang terjadi dalam eksperimen dan memberikan jawaban yang lengkap pada pengaruh eksperimen terhadap model atom Rutherford.

Berdasarkan hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tingkat kelas siswa maka semakin mendalam pemahaman dan kemampuan mereka dalam menganalisis serta menjelaskan sebuah konsep ilmiah. Siswa kelas 10 hanya mampu memberikan kesimpulan dasar dari eksperimen tanpa menghubungkannya dengan model atom Rutherford, menunjukkan bahwa pemahaman mereka masih terbatas pada hasil eksperimen tanpa mempertimbangkan implikasinya. Siswa kelas 11 sudah mulai menghubungkan kesimpulan eksperimen dengan model atom Rutherford, tetapi masih dalam lingkup yang umum, sedangkan siswa kelas 12 menunjukkan pemahaman yang lebih dalam dengan memberikan jawaban yang lebih sempurna dengan menjelaskan makna fenomena yang terjadi dalam eksperimen dan memberikan jawaban yang lengkap pada pengaruh eksperimen terhadap model atom Rutherford.

### 3.1.3 Pemahaman Siswa pada Butir 3

Butir soal ini mewakili jawaban untuk IPK partikel penyusun atom. Siswa diminta mengklasifikasikan unsur-unsur pada tabel ke dalam kelompok isotop, isobar, dan isoton, dengan skor maksimal 10 jika jawabannya tepat dan lengkap sesuai pedoman penilaian.

Berdasarkan Tabel 3 diketahui diketahui bahwa 84% siswa kelas 12 memiliki pemahaman sangat tinggi, sedangkan kelas 11 dan kelas 10 hanya 72% dan 52% siswa dengan pemahaman sangat tinggi terhadap partikel penyusun atom. Dari ketiga kelas tersebut, tidak terdapat siswa yang berkemampuan rendah dan sangat rendah kecuali kelas 10, yaitu 8,08%. Data ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap submateri isotop, isobar, dan isoton meningkat seiring dengan kenaikan kelas pada IPK partikel penyusun submateri isotop, isobar, dan isoton. Peningkatan ini mencerminkan perkembangan pengetahuan dan keterampilan analisis yang lebih baik dari siswa yang lebih senior. Pengerjaan siswa pada soal ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Jawaban Siswa pada Soal 3, (a) kelas 10; (b) kelas 11; (c) kelas 12

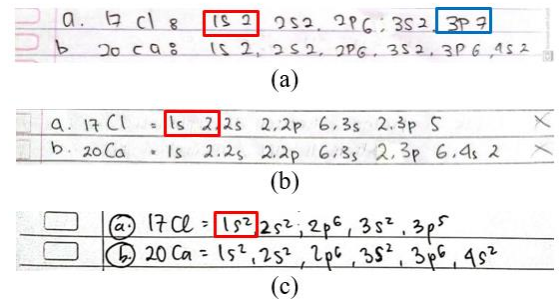
Sebagian siswa kelas 10 yang mendapat nilai rendah pada soal ini mengalami kesalahan konsep dalam memahami konsep isotop sehingga ketika mengklasifikasikan unsur-unsur, siswa menganggap semua unsur yang diberikan adalah isotop, kecuali unsur Mg karena dalam tabel hanya ada satu unsur Mg saja. Pengertian isotop, isobar, dan isoton yang hampir serupa mengakibatkan siswa terkadang terbalik dalam membedakannya, hal ini juga yang menyebabkan siswa mengalami kesalahpahaman konsep<sup>(12)</sup>. Kurangnya kemampuan dasar siswa pada konsep partikel atom juga mengakibatkan kesulitan bagi siswa dalam memahami konsep tersebut, menghubungkan konsep-konsep yang berkaitan, dan menerapkan konsep dalam bentuk aplikasinya<sup>(17)</sup>. Kelas 11 dan 12 memiliki jawaban yang lebih sempurna dari siswa kelas 10, namun siswa kelas 11 menyebutkan lebih sedikit contoh isotop dibanding siswa kelas 12.

### 3.1.4 Pemahaman Siswa pada Butir 4

Butir soal 4 pada instrumen mewakili jawaban siswa pada IPK konfigurasi elektron dari struktur atom, submateri hukum dan aturan dalam konfigurasi elektron. Pada butir soal ini siswa diminta menjelaskan pengertian asas Aufbau, larangan Pauli, dan kaidah Hund serta mengaplikasikannya pada penentuan konfigurasi elektron sebuah unsur.

Terdapat 4% siswa dengan kategori pemahaman rendah di kelas 10, siswa dengan kategori pemahaman sangat tinggi terbanyak ada di kelas 12 dengan persentase 68%. Kelas 10 mempunyai skor rata-rata 8,72, kelas 11 mendapat 8,92, dan kelas 12 adalah 9,08. Skor rata-rata terendah diperoleh kelas 10 dan tertinggi diperoleh kelas 12. Dapat disimpulkan berdasarkan data tersebut bahwa pemahaman kelas 12 > kelas 11 > kelas 10 pada submateri hukum dan aturan dalam konfigurasi elektron. Sebagian besar siswa kelas 10, 11, dan 12 sudah memberikan jawaban yang tepat mengenai definisi hukum dan aturan dalam konfigurasi elektron meliputi asas Aufbau, kaidah Hund, dan larangan Pauli. Namun, pada konfigurasi elektron sebagian siswa mengalami kesalahan dalam penulisan dan pengerjaan. Contoh jawaban siswa pada soal dimuat dalam Gambar

4. Kelas 12 menunjukkan pemahaman terbaik dengan skor rata-rata tertinggi (9,08), diikuti oleh kelas 11 (8,92) dan kelas 10 (8,72). Meskipun sebagian besar siswa sudah memahami definisi hukum dan aturan konfigurasi elektron, beberapa siswa masih mengalami kesalahan dalam penulisan dan penerapan konfigurasi elektron. Pemahaman kelas 12 lebih baik dibandingkan kelas 11 dan 10.



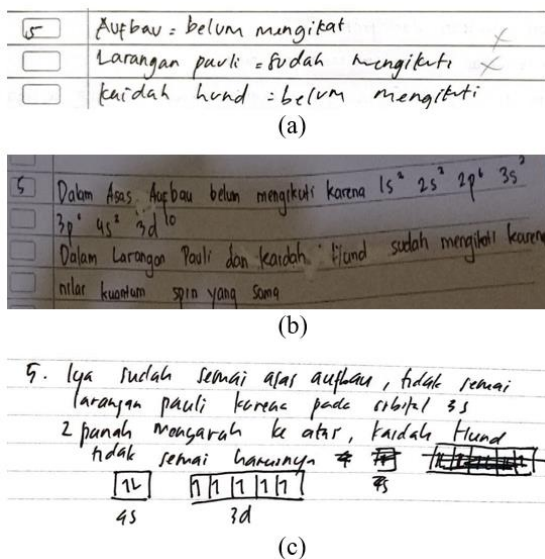
Gambar 4. Jawaban Siswa pada Soal 4, (a) kelas 10; (b) kelas 11; (c) kelas 12

Sebagian siswa kelas 10 mengalami kesalahan dalam penulisan konfigurasi elektron yang seharusnya  $1s^2$  namun ditulis  $1s\ 2$ , hal ini juga dialami oleh beberapa siswa kelas 11. Kesalahan dalam memasukkan jumlah elektron pada sub kulit atom juga dialami oleh sebagian kelas 10, pada gambar (a) siswa menuliskan konfigurasi elektron dari  ${}_{17}\text{Cl} = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^7$  dengan elektron di sub kulit terakhir 7, penulisan yang benar adalah  ${}_{17}\text{Cl} = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$  dengan jumlah elektron di sub kulit terakhir 5. Siswa kelas 10 cenderung kesulitan dalam menuliskan konfigurasi elektron dari suatu unsur karena belum menguasai hukum yang mengatur konfigurasi elektron sehingga sulit menghubungkan masing-masing hukum tersebut dalam penulisan konfigurasi elektron<sup>(12)</sup>. Hal ini didukung oleh hasil temuan Kisdiono yang menunjukkan bahwa sebagian siswa mengalami kesalahan dalam mengurutkan orbital dari energi terendah hingga tertinggi, sehingga penulisan konfigurasi elektronnya tidak tepat<sup>(18)</sup>. Semakin bertambah tingkat jenjang kelas, jawaban siswa semakin sempurna dapat dilihat pada gambar (b) dan (c) yang mewakili jawaban siswa kelas 11 dan 12.

### 3.1.5 Pemahaman Siswa pada Butir 5

Soal ini mengharuskan siswa memberi penjelasan dari gambar konfigurasi suatu unsur apakah telah memenuhi aturan-aturan dalam konfigurasi atau belum. Terdapat 8% siswa dengan kategori pemahaman sangat rendah di kelas 10, sebanyak 4% siswa kelas 11 juga mempunyai kategori pemahaman yang serupa. Jumlah siswa dengan kategori pemahaman sangat tinggi terbanyak ada di kelas 12 dengan persentase 84%. Skor rata-rata siswa terendah adalah 6,6 yang diperoleh kelas 10, kemudian kelas 11 dengan skor 7,48, dan skor rata-rata tertinggi dari ketiga kelas tersebut adalah 9,88 yang diperoleh kelas 12. Dapat disimpulkan bahwa pemahaman siswa kelas 12 > kelas 11 > kelas 10 pada

submateri konfigurasi elektron. Hal ini didukung oleh jawaban siswa kelas 10, 11, dan 12 pada soal nomor 5 yang dimuat pada Gambar 5.



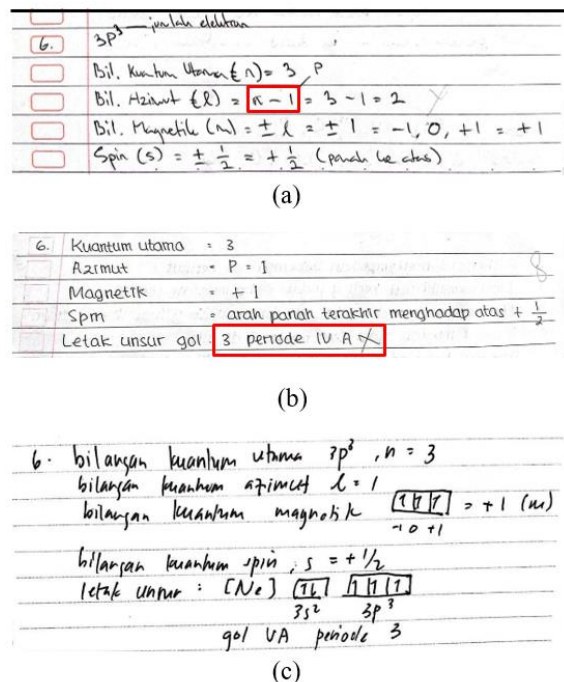
Gambar 5. Jawaban Siswa pada Soal 5, (a) kelas 10; (b) kelas 11; (c) kelas 12

Jawaban sebagian besar siswa kelas 10 dapat dilihat pada gambar (a), jawaban tersebut mengindikasikan bahwa siswa belum mampu menjelaskan apakah konfigurasi elektron dari suatu unsur sudah memenuhi aturan konfigurasi atau belum, siswa cenderung memberikan jawaban yang tidak tepat dan singkat. Jawaban siswa kelas 11 pada gambar (b) menunjukkan hasil yang serupa, siswa menganggap asas aufbau terpenuhi jika semua sub kulit terisi dengan jumlah elektron maksimalnya. Siswa juga berasumsi jika aturan Hund dan larangan Pauli terpenuhi apabila setiap kotak orbital telah terisi oleh dua panah spin. Hal ini disebabkan karena siswa belum menguasai pengaplikasian konsep dari pengetahuan prasyarat materi konfigurasi elektron yaitu hukum dan aturan dalam penentuan konfigurasi elektron. Pemahaman konsep siswa pada suatu materi berdampak terhadap penguasaan konsep siswa pada materi-materi yang lain<sup>(18)</sup>. Jawaban sebagian besar siswa kelas 12 pada gambar (c) menunjukkan pemahaman yang lebih baik daripada dua tingkatan kelas lainnya pada materi ini, fenomena didukung dengan lebih tepat dan lengkapnya jawaban yang dituliskan.

### 3.1.6 Pemahaman Siswa pada Butir 6

Soal ini mewakili jawaban untuk menggambarkan pemahaman siswa pada bilangan kuantum dari suatu unsur. Pada soal ini siswa diberikan gambar konfigurasi elektron dari sebuah unsur kemudian diminta mengidentifikasi keempat bilangan kuantum beserta letak unsur tersebut dalam tabel periodik. Skor maksimal dalam soal ini adalah 10 jika siswa memberikan jawaban yang lengkap dan tepat sesuai pedoman penskoran. Berdasarkan Tabel 3 didapati bahwa terdapat 8% siswa di kelas 10 dengan kategori pemahaman sangat rendah, persentase terbesar untuk siswa dengan kategori pemahaman sangat tinggi ada di kelas 12 dengan

52%. Kelas 10 memiliki skor rata-rata 7,68 yang merupakan skor rata-rata terendah dari ketiga tingkatan kelas, dilanjutkan kelas 11 yang mempunyai skor rata-rata 8,18, dan kelas 12 memiliki skor rata-rata tertinggi dari ketiga tingkatan kelas yaitu 9,24. Dapat disimpulkan bahwa tingkat pemahaman siswa kelas 12 > kelas 11 > kelas 10 pada sub materi bilangan kuantum. Hal ini dibuktikan dengan jawaban yang diberikan siswa kelas 10, 11, dan 12 yang disajikan pada gambar 6.



Gambar 6. Jawaban Siswa pada Soal 6, (a) kelas 10; (b) kelas 11; (c) kelas 12

Jawaban sebagian siswa kelas 10 pada gambar (a) menunjukkan kesalahan dalam penentuan bilangan kuantum azimuth, siswa menganggap rumus  $(n-1)$  digunakan untuk menentukan nilai bilangan kuantum azimuth secara langsung, seharusnya rumus tersebut digunakan untuk menentukan rentang maksimal nilai bilangan kuantum azimuth dari suatu unsur. Fenomena ini disebabkan oleh siswa yang belum menguasai konsep penulisan konfigurasi elektron sehingga seringkali terjadi kesalahan konsep<sup>(19)</sup>. Kesalahan siswa dalam memahami konfigurasi elektron berdampak pada penentuan bilangan azimuth dan magnetik<sup>(11)</sup>. Jawaban siswa kelas 11 pada gambar (b) menunjukkan bahwa pemahaman pada materi ini lebih baik dari kelas 10, siswa telah mampu menentukan nilai keempat bilangan kuantum dari sebuah unsur, namun belum mampu menentukan letak unsur tersebut pada tabel periodik, fenomena ini disebabkan oleh siswa yang tidak dapat mengaplikasikan konsep bilangan kuantum yang dimiliki untuk menentukan letak unsur dalam tabel periodik. Jawaban siswa kelas 12 pada gambar (c) mengindikasikan pemahaman yang lebih baik dari tingkat kelas yang lain, siswa telah mampu menentukan harga keempat bilangan kuantum dan posisi sebuah unsur pada tabel periodik dari konfigurasi elektron yang diberikan dengan tepat.

Berdasarkan analisis deskriptif terhadap

jawaban siswa pada setiap butir soal, diperoleh perbandingan total skor rata-rata kelas 10 = 76, kelas 11 = 81, kelas 12 = 90, sehingga sesuai kriteria pemahaman pada Tabel 1 maka tingkat pemahaman siswa kelas 10 dan 11 tergolong baik dan kelas 12 sangat baik pada materi ini. Secara umum dapat diketahui bahwa pemahaman siswa kelas 12 lebih baik diantara kelas 10 dan kelas 11.

### 3.2 Analisis Perbedaan Pemahaman Siswa Kelas 10, 11, dan 12 pada Materi Struktur Atom

Uji Anova One Way digunakan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan pemahaman yang signifikan pada materi struktur atom yang dipengaruhi oleh perbedaan tingkat jenjang kelas. Uji Post Hoc Tukey digunakan untuk menentukan tingkatan kelas mana yang memiliki perbedaan signifikan dengan tingkat kelas yang lain.

#### 3.2.1 Uji Anova One Way

Sebelum melaksanakan uji ini, terdapat prasyarat yang harus dipenuhi terlebih dahulu, yaitu uji normalitas dan homogenitas menggunakan uji Shapiro Wilk. Hasil uji normalitas dan homogenitas kelas 10, 11, dan 12 dimuat pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji normalitas dan homogenitas

Kelas	Nilai Signifikansi Uji	
	Normalitas	Homogenitas
10	0,235	
11	0,626	0,446
12	0,076	

Berdasarkan nilai signifikansi pada Tabel 4 disimpulkan bahwa semua tingkatan kelas telah memenuhi seluruh uji prasyarat dengan nilai (Sig. > 0,05), sehingga Uji Anova One Way dapat dilakukan. Ikhtisar hasil uji Anova One Way pada perbedaan pemahaman materi struktur atom siswa kelas 10, 11, dan 12 dimuat dalam Tabel 5.

Tabel 5. Ikhtisar hasil uji Anova One Way

H <sub>0</sub>	Kriteria	Hasil Uji	Keputusan
Tidak terdapat perbedaan signifikan pada pemahaman materi struktur atom antara kelas 10, 11, dan 12	H <sub>0</sub> ditolak bila Sig. < 0,05	$\rho = 0,000$ Sig. < 0,05	Berbeda secara signifikan H <sub>0</sub> ditolak, terdapat perbedaan signifikan pada pemahaman materi struktur atom antara kelas 10, 11, dan 12

Berdasarkan hasil uji Anova One Way pada Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa nilai Sig. < 0,05

sehingga menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada pemahaman materi struktur atom antara siswa kelas 10, 11, dan 12. Hal ini didukung dengan perbedaan skor rata-rata antar tingkat kelas yang menunjukkan peningkatan skor dengan seiring bertambahnya jenjang kelas, semakin tinggi tingkatan kelas maka skor yang didapat juga semakin tinggi. Meningkatnya pemahaman siswa seiring dengan semakin tinggi tingkatan kelas dikarenakan siswa telah mendapatkan pengulangan materi tersebut pada materi kimia yang berbeda. Pengulangan dan elaborasi suatu materi dapat mengarahkan konsep siswa ke arah konsep yang sesuai<sup>(9)</sup>. Seperti yang telah diketahui bahwa materi struktur atom merupakan pengetahuan prasyarat yang harus dikuasai pada mata pelajaran kimia<sup>(20)</sup>.

#### 3.2.1 Uji Post Hoc Tukey

Ikhtisar hasil uji Tukey pada pemahaman materi struktur atom antara siswa kelas 10, 11, dan 12 dimuat dalam Tabel 6.

Tabel 6. Ikhtisar Hasil Uji Post Hoc Tukey

Perbandingan Kelas	Nilai Sig.	Hasil Pengujian	Keputusan
10 vs 11	0,046	Sig. < 0,05	Berbeda
10 vs 12	0,000		Secara
11 vs 12	0,001		Signifikan

Berdasarkan hasil uji Tukey pada Tabel 6 dapat diketahui bahwa seluruh kelas memiliki nilai Sig. < 0,05. Dengan demikian, dapat ditarik kesimpulan terdapat perbedaan signifikan pemahaman materi struktur atom antara kelas 10:kelas 11, kelas 10:kelas 12, dan kelas 11:12. Terdapat hubungan positif antara pemahaman siswa dengan tingkatan kelas.

## 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman materi struktur atom siswa kelas 12 > kelas 11 > kelas 10. Pemahaman siswa kelas 10 dan 11 termasuk dalam kategori tinggi, dan untuk kelas 12 sangat tinggi. Pemahaman terbaik diperoleh kelas 12 dengan nilai rata-rata tertinggi diantara dua tingkat kelas yang lain dan secara umum mereka telah mendapatkan pengulangan dan elaborasi materi struktur atom dengan materi yang lain. Perbedaan pemahaman antara kelas 10, 11, dan 12 adalah signifikan baik secara simultan maupun secara head to head dalam kelompok sebagaimana dikonfirmasi oleh hasil uji Post Hoc Tukey. Dengan demikian, diyakini bahwa terdapat hubungan positif antara pemahaman siswa pada materi struktur atom dengan tingkatan kelas.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada teman-teman anggota Habiddin Chemistry Education Research Group (H-CERG) atas bantuan dan



masukannya dalam pelaksanaan penelitian ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) UM yang telah memfasilitasi penelitian dan publikasi ini melalui Hibah PKM AMLI 2024.

## REFERENSI

- [1] Effendy. *Molekul, Struktur, dan Sifat-sifatnya*. Malang: Indonesian Academic Publishing; 2017.
- [2] Pratiwi SA, Sudyana IN, Fatah AH. Pengembangan Media Pembelajaran Digital Berbasis Articulate-Storyline-3 pada Pokok Bahasan Struktur Atom. *J Environ Manag*. 2022; 3(2): 153–60.
- [3] Ausubel DP. *Educational Psychology: a Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston.; 1968.
- [4] Widiyowati II. Hubungan Pemahaman Konsep Struktur Atom Dan Sistem Periodik Unsur Dengan Hasil Belajar Kimia Pada Pokok Bahasan Ikatan Kimia. *J Pancar*. 2014; 3(4): 99–116.
- [5] Pahriah P, Khery Y. Aplikasi Pembelajaran Berbasis Android pada Materi Sistem Periodik Unsur untuk Peningkatan Pemahaman Konsep Mahasiswa. *Hydrog J Kependidikan Kim*. 2017; 5(1): 24–32.
- [6] Sari KV, Ulianas A. Studi Literatur Penggunaan Bahan Ajar Berorientasi Chemistry Triangle pada Materi Kimia terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *J Multidiscip Res Dev*. 2021; 3(2): 88–94.
- [7] Arends RI. *Learning To Teach*. Boston: Mc Graw-Hill; 2004.
- [8] Umaida N. *Studi Kesulitan Belajar dan Pemahaman Konsep Struktur Atom pada Siswa SMA Negeri 8 Malang*. Universitas Negeri Malang; 2010.
- [9] Fadiawati N. *Perkembangan Konsepsi Pembelajaran Tentang Struktur Atom Dari SMA Hingga Perguruan Tinggi*. Universitas Pendidikan Indonesia; 2011.
- [10] Ningsih L. *Analisis Kesulitan Belajar Siswa Kelas X pada Materi Struktur Atom*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau; 2020.
- [11] Mellyzar Mellyzar, Fakhrah F, Isnani I. Analisis Miskonsepsi Siswa SMA: Menggunakan Instrumen Three Tier Multiple Choice pada Materi Struktur Atom dengan Teknik Certanty of Response Index (CRI). *Edukatif J Ilmu Pendidik*. 2022; 4(2): 2556–64.
- [12] Diannisa NF, Erlina E, Harun AI, Sahputra R, Ulfah M. Deskripsi Pemahaman Konsep pada Materi Struktur Atom di Kelas X SMA Negeri 01 Ngabang. *Hydrog J Kependidikan Kim*. 2023; 11(4): 497.
- [13] Arikunto S. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta; 2013. 281 p.
- [14] Azwar S. *Reliabilitas dan Validitas*. 4th ed. Yogyakarta: Pustaka Pelajar Offset; 2013.
- [15] Suardana IN, Juniartina PP. Analisis Kebutuhan Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kimia Dasar Berbasis Inkuiri. *J Pendidik Mat dan IPA*. 2020; 11(1): 62.
- [16] Habiddin H, Farizka L, bin Shuid AN. Chemistry Students' Understanding of Lewis Structure, VSEPR Theory, Molecular Geometry, and Symmetry: A Cross-Sectional Study. *JTK (Jurnal Tadris Kim)*. 2023; 8(1): 1–9.
- [17] Febrian Andi Hidayat. *Analisis Miskonsepsi Siswa Kelas XA pada Materi Struktur Atom di SMA Muhammadiyah Kota Jayapura Tahun Ajaran 2023/2024*. Universitas Cenderawasih; 2014.
- [18] Kisdiono TF. Deskripsi Pemahaman Konseptual Siswa Pada Konsep Struktur Atom dan Sistem Periodik Unsur (SPU). *Chem Educ J*. 2020; 3(1): 186–92.
- [19] Linda R, Astuti RT, Laksono PJ. Miskonsepsi Siswa Dengan In Depth Interview pada Materi Struktur Atom. In: *Seminar Nasional Pendidikan Kimia (SNPK)*. 2023. p. 206–15.
- [20] Langitasari I, Rogayah T, Solfarina S. Problem Based Learning (Pbl) pada Topik Struktur Atom : Keaktifan, Kreativitas dan Prestasi Belajar Siswa. *J Inov Pendidik Kim*. 2021; 15(2): 2813–23.