

**ANALISIS KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS
MAHASISWA PENDIDIKAN KIMIA BERBASIS *NATURE
OF SCIENCE* (NOS)
(Studi Kasus Semester 3, 5, dan 7 di UIN Walisongo)**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Pendidikan Kimia



Oleh :

R. KRISNA DARA ALIFA ZULFIRMAN

NIM: 1708076029

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG**

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : R. Krisna Dara Alifa Zulfirman

NIM : 1708076029

Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**ANALISIS KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MAHASISWA
PENDIDIKAN KIMIA BERBASIS *NATURE OF SCIENCE* (NOS)
(Studi Kasus Semester 3, 5, dan 7 di UIN Walisongo)**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 27 September 2021

Pembuat pernyataan,



R. Krisna Dara Alifa Zulfirman

NIM: 1708076029



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Prof Dr. Hamka (Kampus II) Ngaliyan Semarang
Telp.(024) 7601295 Fax. 7615387 Semarang 50185

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Kimia Berbasis *Nature of Science* (NOS) (Studi Kasus Semester 3, 5, dan 7 di UIN Walisongo)

Penulis : **R. Krisna Dara Alifa Zulfirman**

NIM : 1708076029

Prodi : Pendidikan Kimia

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh dewan penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam ilmu pendidikan kimia.

Semarang, 6 Oktober 2021

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

Dr. Suwahono, M.Pd
NIP. 19720520 199903 1 004

Sekretaris Sidang

Lis Setiyo Ningrum, M.Pd
NIP. 19930818 201903 2 029

Penguji I

Dr. Eng. Anissa Adhewana Putri, M.Si
NIP. 19850405 201101 2 015

Penguji II

Hanifah Setiowati, M.Pd.
NIP. 19930929 201903 2 021

Pembimbing

Dr. Suwahono, M.Pd
NIP. 19720520 199903 1 004

NOTA DINAS

Semarang, 27 September 2021

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. Wr. Wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Kimia Berbasis *Nature of Science* (NOS) (Studi Kasus Semester 3, 5, dan 7 di Uin Walisongo)

Nama : **R. Krisna Dara Alifa Zulfirman**

NIM : 1708076029

Jurusan : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqsyah.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing,



Dr. Suwahono, M.Pd

NIP.19720520 199903 1 004

ABSTRAK

Judul : **Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Kimia Berbasis *Nature of Science* (NOS) (Studi Kasus Semester 3, 5, dan 7 di UIN Walisongo)**

Penulis : R. Krisna Dara Alifa Zulfirman

NIM : 1708076029

Memahami *Nature of Science* (NOS) dapat membantu meningkatkan kemampuan berpikir dan bernalar, karena berhubungan erat dengan penyelesaian masalah secara ilmiah. Kemampuan berpikir kritis dapat digunakan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah, baik untuk diri sendiri maupun masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis yang dimiliki mahasiswa Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang berbasis *Nature of Science*. Jenis penelitian ini yaitu penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Informan diambil berdasarkan Teknik *Purposive Sampling*, dimana informan ditentukan berdasarkan kebutuhan peneliti yaitu pada Mahasiswa Pendidikan Kimia UIN Walisongso Semarang yang berada pada semester 3, 5, dan 7. Sumber data didapatkan dari kuisisioner NOS berbentuk *open-ended question* dan wawancara. Keabsahan data penelitian diuji menggunakan triangulasi data, dimana peneliti membandingkan hasil kuisisioner dan wawancara dengan jurnal untuk mendapatkan data yang valid. Hasil analisis data kemampuan berpikir kritis yang dimiliki mahasiswa Pendidikan Kimia semester 3, 5, dan 7 berbasis NOS yaitu kemampuan regulasi diri, kemampuan interpretasi, dan kemampuan inferensi dengan pemahaman NOS pada informan DH *informed*, MN *Electic*, dan TL *Electic-Naïve*. Penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk peneliti selanjutnya dalam meneliti peningkatan kemampuan berpikir kritis berbasis *Nature of Science*.

Kata Kunci : Berpikir Kritis, *Nature of Science*, Mahasiswa Pendidikan Kimia

KATA PENGANTAR

Assalamu'alikum. Wr. Wb

Alhamdulillahirobbil'alamin. Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, nikmat, hidayah serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Kimia Berbasis *Nature of Science* (NOS) (Studi Kasus Semester 3, 5, dan 7 di UIN Walisongo) di tengah mewabahnya pandemik virus corona 2019 dengan baik dan lancar, meskipun semua hal dilalui dengan *online* (daring), mulai dari bimbingan hingga ujian munaqsyah, tidak menyurutkan semangat dari penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini. Banyak peristiwa dan pengalaman yang telah dilewati penulis selama menyusun skripsi ini guna menyelesaikan studi jenjang S1 dan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan bidang Ilmu Pengetahuan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Semoga penulis dapat mengambil hikmah dan pelajaran atas apa yang telah dilaluinya.

Proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, motivasi, dan do'a dari berbagai pihak. Oleh karena

itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, Dr. H. Ismail, M. Ag.
2. Ketua Jurusan dan Ketua Prodi Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang, Atik Rahmawati, S.Pd., M.Si.
3. Sekertaris Jurusan dan Sekertaris Prodi Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang, Wirda Udaibah, M.Si.
4. Dr. Suwahono, M.Pd selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. A. Hasmy Hashona M. A. selaku Dosen Wali Akademik yang senantiasa memberikan motivasi selama penulisan skripsi dan menjadi orang tua kedua bagi penulis selama menjalani perkuliahan S1.
6. Segenap Dosen Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo yang senantiasa ikhlas mengajar dan membimbing penulis selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
7. Ayahanda R. Zulfirman, Almh. Ibunda Eny Hidayati, Almh. Ibunda Ari Indaryanti, dan Ibunda Sri Susiani Maryam selaku orang tua penulis yang tidak pernah putus berdoa

dan memberikan semangat untuk keberhasilan penulis, penulis sangat menyayangi mereka.

8. R. Larashati Bifa Zulfirman, R. Aghna Nayla Anifa, dan R. Dzulia Fitriana, adik kandung yang selalu menjadi adik kesayangan penulis.
9. Maitsa Putri Shafa, Lamyia Erzani Shafa, dan Riza Azyumaridha Azra, kakak yang selalu menjadi kesayangan penulis.
10. Segenap keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis untuk menjadi pribadi yang dapat memberikan manfaat kepada orang lain.
11. Sahabat-sahabat TAYO: Binti Mutammimah, Citra Nur Fatikhah, dan Adinda Nur Khofifatus Sa'adah yang telah menemani dan mewarnai kehidupan penulis selama menempuh pendidikan S1.
12. Teman-teman Pendidikan Kimia 2017 kelas A sebagai teman seperjuangan yang tidak segan berbagi ilmu dan pengalaman kepada penulis selama menempuh pendidikan S1.
13. Teman-teman asisten Laboratorium yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk belajar banyak hal.

14. Adik-adik tingkat Pendidikan Kimia yang telah bersedia berpartisipasi dan membantu penulis melakukan riset untuk menyelesaikan skripsi.
15. Semua pihak yang telah berkontribusi dan memberikan dukungan yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Penulis mengucapkan terima kasih, semoga kebaikan mereka diberikan pahala oleh Allah SWT.

Semarang, 27 September 2021

Penulis,



R. Krisna Dara Alifa Zulfirman

NIM. 1708076029

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
NOTA DINAS	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	9
C. Fokus Masalah.....	10
D. Rumusan Masalah	10
E. Tujuan Penelitian	11
F. Manfaat Penelitian	11
BAB II	13
LANDASAN PUSTAKA	13
A. Kajian Pustaka.....	13
B. Kajian Penelitian yang Relevan	30
C. Pertanyaan Penelitian	35
BAB III	36
METODE PENELITIAN	36
A. Pendekatan Penelitian	36
B. Setting Penelitian.....	37
C. Sumber Data.....	38
D. Metode dan Instrumen Pengumpulan Data.....	39
E. Keabsahan Data	41
F. Analisis Data	42
BAB IV	46
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	46
A. Deskripsi Hasil Penelitian	46
B. Pembahasan	58
C. Keterbatasan Penelitian	95
BAB V	97
SIMPULAN DAN SARAN	97

A. Simpulan.....	97
B. Implikasi	97
C. Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA.....	99
Lampiran-Lampiran	

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Kategori Pemahaman <i>Nature of Science</i>	29
Tabel 3.1	Aspek Keterampilan Berpikir Kritis Facione	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Skema Faktor Keterampilan Berpikir Kritis	22
Gambar 3.1	Teknik Triangulasi	42
Gambar 3.2	Skema Model Analisis Data Interaktif	43
Gambar 4.1	Jawaban Mahasiswa terhadap Kemampuan Menyimpulkan (Inferensi)	51
Gambar 4.2	Diagram Analisis Jawaban Kuesioner Mahasiswa terhadap Kemampuan Berpikir Kritis	54
Gambar 4.3	Jawaban Mahasiswa pada Kuesioner yang dikategorikan dalam Kategori <i>Naïve</i>	55
Gambar 4.4	Jawaban Mahasiswa pada Kuesioner yang dikategorikan dalam Kategori <i>Electic</i>	56
Gambar. 4.5	Jawaban DH pada Pertanyaan Kuesioner Nomor 1	60
Gambar 4.6	Jawaban MN pada Pertanyaan Kuesioner Nomor 1	65
Gambar 4.7	Jawaban TL pada Pertanyaan Kuesioner Nomor 2	69

Gambar 4.8	Jawaban TL pada Pertanyaan Kuesioner Nomor 3	75
Gambar 4.9	Jawaban DH pada Pertanyaan Kuesioner Nomor 3	81
Gambar 4.10	Jawaban TL pada Pertanyaan Kuesioner Nomor 4	83
Gambar 4.11	Jawaban TL pada Pertanyaan Kuesioner Nomor 5	85
Gambar 4.12	Jawaban DH pada Pertanyaan Kuesioner Nomor 6	90

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1	Matriks Penilaian Kualitatif	104
Lampiran 2	Kisi-kisi Instrumen Kuesioner Berpikir Kritis Berdasarkan <i>Nature of Science</i>	106
Lampiran 3	Surat Keterangan Izin Riset	110
Lampiran 4	Lembar Kuesioner Berpikir Kritis Berdasarkan <i>Nature of Science</i>	111
Lampiran 5	Jawaban Kuesioner Berdasarkan Pandangan Ahli	114
Lampiran 6	Matriks Hasil Analisis Kuesioner Berpikir Kritis Berdasarkan <i>Nature of Science</i>	119
Lampiran 7	Ragam Jawaban Mahasiswa pada Kuesioner Berpikir Kritis Berdasarkan <i>Nature of Science</i>	121
Lampiran 8	Pedoman Wawancara	126
Lampiran 9	Transkripsi Hasil Wawancara Mahasiswa	132
Lampiran 10	Riwayat Hidup	147

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Boholano (2017) menyatakan bahwa pendidikan Abad-21 dapat memberikan wawasan realistis dan konstruksi teoritis dalam peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang dibangun dalam dunia pendidikan. Karakter yang ditanamkan pada pendidikan Abad-21 meliputi; *Collaboration Skills, Creativity and Innovation Skills, Critical Thinking and Problem Solving Skills, Communication Skills*. Seseorang yang memiliki kemampuan bekerja sama, apabila ia mampu berkolaborasi dengan berbagai pihak secara efektif. Kemampuan mencipta dan membarui, didefinisikan apabila seseorang mampu mengembangkan daya cipta yang inovatif dan menyampaikan gagasan-gagasan baru yang dimiliki. Kemudian, seseorang yang memiliki kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah dapat diidentifikasi apabila seseorang mampu berpikir secara sistemik, kritis, dan lateral dalam menyelesaikan suatu masalah. Kemampuan berkomunikasi dapat dimiliki apabila seseorang mampu memahami dan menciptakan

komunikasi yang baik secara lisan, tulisan, maupun multimedia (E. Y. Wijaya et al., 2016). Melihat kondisi saat ini, pembelajaran yang mengacu pada pendidikan Abad-21 menjadi penting untuk diterapkan sebagai penyeimbang kemajuan Abad-21.

Program Studi Pendidikan Kimia di Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang telah menerapkan pembelajaran yang mengacu pada pendidikan Abad-21, seperti yang tertuang dalam Naskah Akademik Kurikulum 2020 Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Berdasarkan hal tersebut, pembelajaran yang diterapkan berpusat kepada mahasiswa (*student centered*), sebagai upaya pengembangan pembelajaran yang mandiri. Selain itu, untuk menunjang kemampuan profesional mahasiswa, dapat menerapkan proses pembelajaran yang menitikberatkan kepada kemampuan berpikir kritis mahasiswa (Sutamrin et al., 2021; P. A. Wijaya & Fitriani, 2021). Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu aspek pendidikan Abad-21 yang perannya sangat penting dalam dunia kimia.

Kimia merupakan salah satu cabang ilmu yang bersifat kompleks dan abstrak tetapi dalam aplikasinya

sangat dekat pada kehidupan sehari-hari (Kartika et al., 2019). Memahami kimia membutuhkan kemampuan untuk menghubungkan dan mentransfer konsep-konsep, sehingga dalam prosesnya merangsang mahasiswa untuk memiliki kemampuan berpikir (Imaduddin & Haryani, 2019; Kartika et al., 2019). Kemampuan berpikir kritis yang dimiliki oleh mahasiswa kimia, diharapkan dapat membantu dalam menghadapi perkembangan sains dan teknologi (Kurniawati, 2018) dan dapat digunakan untuk mencari solusi terkait masalah yang ada di lingkungan sekitar (Nugrahaeni et al., 2017). Oleh karena itu, kemampuan berpikir kritis menjadi salah satu kemampuan penting yang diperlukan oleh mahasiswa untuk dapat mencapai tujuan pembelajaran.

Berpikir kritis melatih untuk menganalisis masalah berdasarkan pertanyaan dan informasi yang relevan (Tiruneh et al., 2014). Berpikir kritis merupakan proses kompleks yang terorganisasi, di mana hal tersebut berkaitan dengan kemampuan seseorang dalam menganalisis masalah, memberikan asumsi dan bukti, mengevaluasi, dan dapat menyimpulkan data/informasi secara akurat (Anugraheni, 2020; Sutamrin et al., 2021). Hampir

semua pendidik menyadari pentingnya pengembangan kemampuan berpikir kritis. Pendidik perlu berinovasi dalam proses pembelajaran untuk memaksimalkan pemikiran kritis yang tidak hanya dilihat berdasarkan *output* (hasil akhir), tetapi juga dalam proses pembelajaran dari subjek tertutup menjadi subjek terintegrasi (Kartika et al., 2019). Memiliki kemampuan berpikir kritis memberikan pengaruh baik dalam kehidupan.

Berpikir kritis dianggap penting tidak hanya untuk mencapai hasil pencapaian pendidikan berdasarkan kriteria pada pengujian standar tetapi manfaat berpikir kritis melampaui kehidupan di bangku pendidikan. Salah satu manfaat memiliki kemampuan berpikir kritis yaitu dapat meningkatkan kualitas hidup dan profesionalisme di tempat kerja (Allamnakhrah, 2013; Anugraheni, 2020). Sebagian besar perusahaan atau posisi bisnis yang melibatkan tindakan dalam menyelesaikan ketidakpastian, pastinya memerlukan orang-orang yang memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi (berpikir kreatif dan berpikir kritis) untuk dapat membantu perusahaan dalam menyelesaikan masalah (Widodo et al., 2019). Berpikir kritis juga diperlukan dalam berkegiatan di masyarakat.

Peran mahasiswa yang kedepannya akan berkontribusi kepada masyarakat dan menjadi bagian dalam masyarakat dapat dijadikan pengingat untuk mengasah kemampuan (Arfianawati et al., 2016). Salah satu kemampuan yang dapat dimiliki yaitu kemampuan berpikir kritis (Arfianawati et al., 2016). Allamnakhrah (2013) juga menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis juga digunakan sebagai alat fungsi sosial yang kohesif. Berpikir kritis dapat membantu seseorang untuk membuat suatu keputusan dan melakukan evaluasi baik berdasarkan informasi yang berhubungan dengan individu, sosial, maupun perkara politik (Allamnakhrah, 2013). Oleh karena itu, berpikir kritis dapat memberikan keuntungan tidak hanya bagi individu tetapi juga kepada masyarakat secara umum.

Seseorang yang memiliki kemampuan berpikir kritis dapat diidentifikasi dengan mengetahui ciri-ciri kemampuan berpikir kritis. Ciri-ciri atau indikator berpikir kritis yaitu dapat menginterpretasikan data, menganalisis data, mengevaluasi, menyimpulkan, mengungkapkan permasalahan atau peristiwa, dan mengonfirmasi jawaban yang telah diberikan (Facione, 2015; Widodo et al., 2019). Menghadapi masalah ataupun memberikan masalah kepada seseorang secara

tidak langsung dapat menumbuhkan kemampuan berpikir kritis seseorang (Widodo et al., 2019). Ilmu kimia merupakan salah satu ilmu yang di dalamnya membahas mengenai persoalan-persoalan ilmiah.

Kimia yang dikenal sebagai ilmu eksak tidak hanya sekedar menyelesaikan persoalan secara matematis tetapi mampu menyelesaikan persoalan dengan menghubungkan ketiga level representatif kimia (*multiple level representative*). Level tersebut terdiri dari level submikroskopis, makroskopis, dan simbolik (Imaduddin & Haryani, 2019; Johnstone, 1991). Pemahaman konsep tersebut dapat dilakukan dengan meningkatkan kemampuan berpikir. Yulita *et al.*, (2019) menyatakan bahwa mempelajari kimia juga merupakan bagian dari sains yang tidak terlepas pada pemahaman hakikat sains yang di dalamnya terdapat banyak persoalan ilmiah.

Pemahaman hakikat sains dimiliki oleh peneliti ilmiah atau ilmuwan yang menjadikan ilmu pengetahuan semakin berkembang dengan mempertahankan proses penelitian (ilmiah). Langkah yang dapat dilakukan untuk mencapai hal tersebut yaitu (1) merumuskan masalah, (2) mencari data, (3) menentukan hipotesis, (4) membuat *research design*,

(5) mengumpulkan data, (6) melakukan penelitian, (7) menganalisis data, (8) menguji hipotesis, dan (9) membuat simpulan umum dan interpretasi (Imran & Widodo, 2018). Kegiatan analisis, interpretasi, membuat hipotesis (inferensi), menguji hipotesis (melakukan evaluasi), dan membuat simpulan merupakan indikator dari kemampuan berpikir kritis. Oleh karena itu, memahami hakikat sains dapat meningkatkan kemampuan berpikir dan bernalar (Yulita et al., 2019), dan menerapkan pengetahuan ilmiah (Imran & Widodo, 2018).

Hakikat sains atau *Nature of science* (NOS) dapat menguraikan bagaimana cara kerja sains dan bagaimana peneliti (*scientist*) melakukan suatu penelitian (Listiani & Kusuma, 2017). NOS memiliki arti sebagai hakikat yang melibatkan aspek sosiologis, filosofis, dan historis suatu pengetahuan (Sumranwanich & Yuenyong, 2014; Yulita et al., 2019). Apabila seseorang memahami NOS maka akan mengetahui bahwa ilmu pengetahuan terus mengalami perkembangan, lahir dari alam semesta, berdasarkan simpulan manusia, subjektif, sosio-kultur, kreatif, mengetahui hubungan teori dan hukum, mengetahui perbedaan antara penginterpretasian dan pengamatan

(Listiani & Kusuma, 2017). Oleh karena itu, NOS dapat menjadi pijakan dalam mempelajari sains.

NOS merupakan konsep yang kompleks (Sumranwanich & Yuenyong, 2014). Apabila seseorang memahami NOS, maka seseorang akan berhubungan erat dengan penyelesaian masalah secara ilmiah (Annisa & Listiani, 2017; Imran & Widodo, 2018). Kemudian, Widodo et al., (2019) menjelaskan bahwa dengan menyelesaikan berbagai masalah dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis seseorang. Hal ini menjelaskan bahwa dengan memahami *Nature of science*, seseorang juga mengasah kemampuan berpikir kritis.

Peneliti merasa perlu melakukan analisis kemampuan berpikir kritis mahasiswa berbasis *Nature of Science* karena dianggap sebagai komponen penting dalam menghadapi kemajuan Abad-21. Selain alasan bahwa penelitian mengenai analisis berpikir kritis berbasis *Nature of Science* belum banyak dilakukan, *Nature of Science* juga memiliki beberapa peranan penting. *Nature of Science* dapat membantu meningkatkan kemampuan berpikir, bernalar, dan dapat menerapkan pengetahuan ilmiah (Annisa & Listiani, 2017; Imran & Widodo, 2018). NOS juga dapat

membantu mahasiswa dalam mengorganisasi pengetahuannya untuk melakukan proses penyelesaian masalah dengan langkah-langkah kerja (Imran & Widodo, 2018). Oleh karena itu, pemahaman mengenai NOS dapat membantu mahasiswa memperoleh pemahaman yang baik dalam kimia.

Peran *Nature of Science* yang begitu penting dalam mengetahui kemampuan berpikir kritis, mendorong peneliti untuk melakukan penelitian dengan judul “**Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Kimia Berbasis *Nature of Sains* (NOS) (Studi Kasus Semester 3, 5, dan 7 di UIN Walisongo)**”. Data hasil penelitian diharapkan dapat membantu dosen maupun program studi dalam mengetahui kemampuan berpikir kritis yang dimiliki mahasiswa. Data hasil penelitian juga diharapkan dapat menjadi acuan peneliti lain dalam mencari solusi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman mengenai *Nature of Science* mahasiswa.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dipaparkan di atas, teridentifikasi beberapa masalah

yang akan dijadikan acuan dalam melakukan penelitian.

Beberapa masalah yang ditemukan yaitu,

1. Mahasiswa pendidikan kimia mengalami kesulitan dalam memberikan pendapatnya terkait masalah yang diberikan.
2. Urgensi pemahaman *Nature of Science* dalam mengidentifikasi kemampuan berpikir kritis untuk meningkatkan keterampilan Abad-21 yang harus dimiliki oleh mahasiswa Pendidikan Kimia.

C. Fokus Masalah

Sesuai dengan latar belakang masalah, maka dalam penelitian ini akan memfokuskan pada analisis kemampuan berpikir kritis mahasiswa pendidikan kimia di Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang berbasis *Nature of Science* (NOS).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang telah dipaparkan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kemampuan berpikir kritis mahasiswa pendidikan kimia UIN Walisongo Semarang berbasis *Nature of Science* (NOS)?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini yaitu mengetahui seberapa jauh kemampuan berpikir kritis mahasiswa pendidikan kimia UIN Walisongo Semarang berbasis *Nature of Science* (NOS).

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat bermanfaat dalam menunjang terlaksananya pembelajaran kimia dengan mengetahui kemampuan berpikir kritis mahasiswa pendidikan kimia. Adapun manfaat lain dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi peneliti lain sebagai bahan rujukan untuk meneliti lebih lanjut mengenai kemampuan berpikir kritis berbasis *Nature of Science*.

2. Bagi Mahasiswa

Mengetahui indikator kemampuan berpikir kritis yang dimiliki, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis.

3. Bagi Dosen

Penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi dan menentukan perlakuan yang tepat

dalam melaksanakan pembelajaran di kelas agar dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa.

4. Bagi Program Studi

Penelitian ini dapat menambah kajian ilmiah sebagai sumber referensi kajian lebih lanjut dan dapat mengevaluasi sejauh mana proses implementasi visi misi program studi pendidikan kimia UIN Walisongo Semarang.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

1. Berpikir Kritis Mahasiswa

Berpikir kritis merupakan seperangkat keterampilan intelektual, kemampuan, dan disposisi. Hal ini mengarah pada penguasaan konten dan pembelajaran yang mendalam serta mengembangkan argumen sebagai alasan dan bukti nyata (Stephenson et al., 2019). Arfianawati et al. (2016) menjelaskan bahwa memiliki kemampuan berpikir kritis berarti seseorang mendapatkan, melakukan pengembangan, dan mengolah suatu permasalahan untuk memperoleh simpulan yang logis. Rosalina (2018) memaparkan berpikir kritis sebagai proses ilmiah dan menggunakan ide dalam penyelesaian masalah, memutuskan, dan dapat menghubungkan dengan konsep-konsep lainnya. Berdasarkan penjelasan tersebut, kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan yang digunakan untuk memberikan solusi dengan tepat secara sistematis dan logis

serta dapat menyampaikan alternatif lain dari setiap pemikirannya.

Kemampuan berpikir kritis dapat mengajarkan seseorang untuk dapat menarik simpulan, mempertahankan argumen pada masalah yang kompleks, mempertimbangkan berbagai sudut pandang, menganalisis konsep, mengklarifikasi masalah dan simpulan yang diberikan, mentransfer ide ke konteks baru, memeriksa asumsi, menilai dugaan fakta, mengeksplorasi implikasi dan konsekuensi, dan semakin terbiasa dengan kontradiksi dan inkonsistensi dalam pemikiran dan pengalaman mereka sendiri (Stephenson et al., 2019). Mengembangkan kemampuan berpikir kritis berarti seseorang juga mengembangkan *life skill* (kecakapan hidup) yang dimiliki (Sutamrin et al., 2021). Oleh karena itu, sangat perlu untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis.

Para ahli mengemukakan bahwa inti dari kemampuan berpikir kritis meliputi interpretasi, analisis, evaluasi, kesimpulan, penjelasan, dan pengaturan diri (Facione, 2015) :

- a. *Interpretation* (Interpretasi) merupakan kegiatan memahami dan mengungkapkan makna dari beragam pengalaman, situasi, data, peristiwa, penilaian, konvensi, kepercayaan, aturan, prosedur, maupun kriteria. Interpretasi termasuk golongan sub-keterampilan pemecahan masalah secara signifikan dan mengklarifikasi makna. Misalnya, membangun kategori tentatif atau mengatur sesuatu yang sudah dipelajari, mengklarifikasi apa arti tanda, bagan atau grafik, dan mengidentifikasi tujuan, tema, atau sudut pandang penulis.
- b. *Analysis* (Analisis) merupakan kegiatan mengidentifikasi maksud dan hubungan dari simpulan yang aktual di antara berbagai pernyataan, pertanyaan, konsep, deskripsi, maupun bentuk representasi lainnya yang dimaksud untuk mengekspresikan kepercayaan, penilaian, informasi, maupun pendapat. Menurut para ahli, kegiatan analisis termasuk mendeteksi argumen, menganalisis argumen sebagai sub-keterampilan analisis.

- c. *Evaluation* (Evaluasi) merupakan kegiatan menilai kredibilitas pernyataan maupun representasi lain, di mana hal tersebut berupa argumen maupun deskripsi persepsi pribadi, pengalaman, situasi, penilaian, kepercayaan, opini dan untuk menilai kebenaran suatu logika yang dipaparkan.
- d. *Inference* (Inferensi) merupakan kegiatan mengidentifikasi dan mengamankan elemen-elemen untuk menarik kesimpulan yang dapat diterima oleh logika; dan juga untuk membentuk dugaan dan hipotesis, serta mempertimbangkan informasi yang relevan dari data, pernyataan, prinsip, pendapat, maupun bentuk representasi lainnya.
- e. *Explanation* (Penjelasan) merupakan kegiatan untuk menyatakan atau membenarkan suatu alasan dalam mempertimbangkan bukti, konseptual, metodologis, kriteriologis, kontekstual di mana hasil seseorang didasarkan dan menyajikan alasan seseorang dalam bentuk argumen yang meyakinkan.
- f. *Self-regulation* (Pengaturan diri) merupakan kegiatan yang dilakukan secara sadar diri

untuk memantau aktivitas kognitif seseorang dan unsur-unsur yang digunakan dalam aktivitas itu, terutama dengan menerapkan keterampilan dalam analisis dan evaluasi terhadap penilaian inferensial seseorang dengan pandangan kearah mempertanyakan, mengonfirmasi, membenarkan, atau mengoreksi alasan dari seseorang.

Ennis (1989) menyatakan bahwa seseorang yang memiliki kemampuan berpikir kritis maka akan memenuhi enam karakteristik dasar berpikir kritis yang dikenal dengan FRISCO (*Focus, Reason, Inference, Situation, Clarity, and Overview*), meliputi:

- a. *Focus* (fokus) adalah mahasiswa memiliki kemampuan dalam menentukan suatu konsep untuk menyelesaikan suatu permasalahan;
- b. *Reason* (alasan) adalah mahasiswa memiliki kemampuan dalam memberikan alasan atau argumen mengenai jawaban yang dipaparkan.
- c. *Inference* (inferensi) adalah mahasiswa memiliki kemampuan dalam membuat simpulan berdasarkan informasi yang telah

tersedia dan memperhatikan langkah-langkah penyelesaian;

- d. *Situation* (situasi) adalah mahasiswa memiliki kemampuan dalam menjawab permasalahan sesuai konteks yang ada dan dapat mengungkapkan permasalahan secara ilmiah;
- e. *Clarity* (penjelasan) adalah mahasiswa memiliki kemampuan dalam memberikan penjelasan lebih lanjut, baik secara definisi ataupun keterkaitan konsep; dan
- f. *Overview* (pengaturan diri) adalah mahasiswa memiliki kemampuan dalam mengulang kembali atau memberikan konfirmasi atas apa yang telah dipelajari, ditemukan, dipertimbangkan, diputuskan, dan disimpulkan.

Ennis (1985), indikator berpikir kritis dikelompokkan ke dalam lima kelompok besar, yaitu:

- a. Memberikan penjelasan sederhana, meliputi memfokuskan pertanyaan, mengkaji suatu pertanyaan, dan menjawab pertanyaan yang terdapat dalam suatu pernyataan.
- b. Membangun keterampilan dasar, meliputi pertimbangan mengenai rujukan yang relevan

maupun dapat dipercaya atau tidak dan identifikasi serta pertimbangan mengenai hasil laporan observasi.

- c. Membuat kesimpulan, meliputi penarikan kesimpulan dari keadaan umum ke khusus (deduksi) atau membuat pertimbangan mengenai hasil deduksi.
- d. Memberikan penjelasan lanjut, meliputi identifikasi istilah, pertimbangan definisi dan dimensi, serta identifikasi asumsi.
- e. Mengatur strategi dan teknik, meliputi penentuan tindakan dan interaksinya dengan orang lain (Zubaidah, 2010).

Berpikir kritis diakui sebagai salah satu indikator utama kualitas pembelajaran mahasiswa oleh banyak Perguruan Tinggi. Berpikir kritis bertujuan mengatur sendiri penilaian yang menghasilkan interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi, serta menjelaskan bukti, konseptual, metodologis, kriteriologis, atau kontekstual pertimbangan yang mendasari penilaian tersebut. Definisi ini menunjukkan bahwa berpikir kritis tidak dipandang sebagai keterampilan tunggal atau seperangkat keterampilan tunggal, melainkan

sebagai gabungan dari sejumlah keterampilan kognitif tingkat tinggi, pengetahuan, dan sikap. Termasuk tidak terbatasnya proses analisis, kesimpulan, evaluasi, penjelasan, interpretasi, rasa ingin tahu, skeptisisme, dan keterbukaan pikiran (Stephenson et al., 2019).

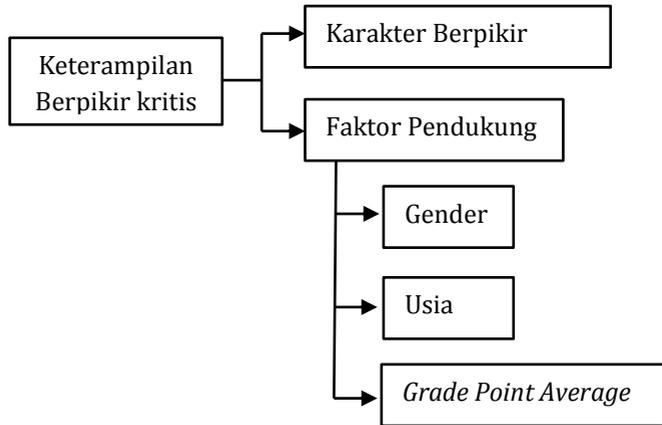
Keterampilan analisis memungkinkan adanya identifikasi komponen keseluruhan dan hubungan diantaranya, sementara interpretasi melibatkan klarifikasi dan menentukan makna dan signifikansi. Keterampilan evaluasi dan penjelasan digunakan untuk menilai bukti dan keputusan yang diambil dan untuk menjelaskan bagaimana alasan diambilnya suatu keputusan. Keterampilan inferensi memimpin untuk pengambilan keputusan berbasis bukti. Pada bidang kimia, mahasiswa menggunakan keterampilan berpikir kritis dalam pengumpulan dan analisis data untuk sampai pada kesimpulan yang dapat dibenarkan, hal ini membuat seseorang memiliki pemikiran yang kritis menjadi keharusan bagi mahasiswa kimia (Stephenson et al., 2019).

Widodo et al. (2019) menyatakan bahwa karakteristik seseorang yang memiliki kemampuan

berpikir kritis dalam menyelesaikan masalah dapat dilihat sebagai berikut:

- a. Melakukan klarifikasi terhadap masalah yang ada.
- b. Melakukan pencarian berbagai informasi yang saling berkaitan.
- c. Berpikir secara rasional.
- d. Menyelesaikan masalah secara sistematis.
- e. Fokus pada permasalahan utama.
- f. Meski sulit, akan terus berusaha menyelesaikan masalah.
- g. Memiliki kehati-hatian dalam menentukan keadaan dan subjek.

Seseorang yang memiliki kemampuan berpikir kritis dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Berdasarkan pernyataan Zubaidah (2010), faktor yang memengaruhi berpikir kritis meliputi, faktor karakter berpikir dan beberapa faktor pendukung. Faktor-faktor tersebut dapat digambarkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Skema Faktor Keterampilan Berpikir Kritis

Mengembangkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa sangat dianjurkan karena pada keseharian mahasiswa selalu menemukan dan dituntut untuk menyelesaikan berbagai masalah yang dihadapi, baik berkaitan dengan bidang keilmuannya maupun dalam bidang sosial bermasyarakat (P. A. Wijaya & Fitriani, 2021). Allamnakhrah (2013) juga menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis dapat digunakan sebagai alat fungsi sosial yang kohesif. Berpikir kritis dapat membantu seseorang untuk membuat suatu keputusan dan melakukan evaluasi baik berdasarkan informasi yang berhubungan dengan individu, sosial, maupun perkara politik (Allamnakhrah, 2013). Oleh karena itu, berpikir

kritis dapat memberikan keuntungan tidak hanya bagi individu tetapi juga kepada masyarakat secara umum.

Terlepas dari kebutuhan konstan untuk mencapai tujuan dan pertimbangan yang masuk akal pada pengambilan keputusan dalam kehidupan sehari-hari, manusia bukanlah pemikir kritis yang ada secara alami dan umumnya menganggap bahwa berpikir kritis merupakan sesuatu yang menantang. Namun, keterampilan berpikir kritis secara kognitif dapat dikembangkan selama periode waktu yang relatif singkat dengan intervensi yang ditargetkan (Stephenson et al., 2019). Kemampuan berpikir sangatlah diperlukan mahasiswa dalam kehidupan sehari-hari, sehingga perlu dikembangkan sejak dini, salah satunya melalui proses pembelajaran (P. A. Wijaya & Fitriani, 2021). Kemudian, apabila seseorang diberi kesempatan untuk menggunakan pemikiran dalam tingkatan yang lebih tinggi, pada akhirnya akan terbiasa membedakan antara kebenaran dan kebohongan, fakta dan opini, serta pengetahuan dan keyaninan. Secara alami, mahasiswa dapat

membangun argumen dengan logika yang masuk akal.

2. *Nature of Science*

Nature of science (NOS) atau hakikat sains merupakan tempat perpaduan yang tepat dari berbagai aspek studi sosial sains termasuk sejarah, sosiologi, dan filsafat sains (Sumranwanich & Yuenyong, 2014; Yulita et al., 2019). Aspek tersebut dikombinasikan dengan penelitian dari ilmu kognitif, seperti psikologi menjadi deskripsi yang kuat mengenai apa itu sains, bagaimana cara kerjanya (Listiani & Kusuma, 2017), bagaimana ilmuwan bertindak sebagai kelompok sosial dan bagaimana masyarakat itu sendiri mengarahkan dan bereaksi terhadap upaya ilmiah (Lokollo et al., 2019; McComas, 2002). NOS melibatkan beragam topik yang berkaitan dengan sejarah, filsafat, dan sosiologi sains.

Banyak yang mengklaim bahwa tidak ada kesepakatan diantara para filsuf sains maupun pendidik sains mengenai definisi yang tepat atau karakterisasi sifat sains (Listiani & Kusuma, 2017). Namun, ada kesepakatan tentang banyaknya aspek sifat sains yang relevan dengan pendidikan. Konsep

yang termasuk dalam NOS yaitu (a) tentativitas (dapat berubah); (b) bersifat empiris (berdasarkan pengamatan ilmiah); (c) subyektif dalam ilmu yang merupakan upaya manusia dan investigasi yang dilakukan dalam konteks kerangka teoritis tertentu; (d) sebagian merupakan hasil dari inferensi, imajinasi, dan kreativitas; (e) tertanam secara sosial dan budaya (dapat dipengaruhi oleh faktor kontekstual di luar komunitas ilmiah); dan (f) dikembangkan dari kombinasi observasi dan inferensi (Sumranwanich & Yuenyong, 2014).

Aspek-aspek *Nature of Science* (NOS) yang dapat diaplikasikan pada pendidikan, sebagai berikut:

- a. Tentativitas pengetahuan ilmiah. Di satu sisi, pengetahuan ilmiah dapat dikatakan tahan lama dan tidak mudah berubah (Yulita et al., 2019). Di sisi lain, semua pengetahuan ilmiah dapat berubah (Annisa & Listiani, 2017; Imran & Widodo, 2018). Perubahan dapat mengambil setidaknya dua bentuk, evolusi atau revolusioner. Pengetahuan baru dapat muncul dengan menyempurnakan pengetahuan lama dan menemukan bukti baru (Listiani &

Kusuma, 2017) atau menafsirkan data dari standar baru dan pandangan dunia Pengamatan, Inferensi, dan Entitas Teoritis dalam Sains (Chen, 2006).

- b. Dasar empiris. Sebagian dari sains yang dipelajari didasarkan pada pengamatan alam semesta (Lederman et al., 2002). Perkembangan sains selalu merujuk pada bukti-bukti empiris dan data, tetapi hal tersebut tidak merujuk dalam artian absolut (Yulita et al., 2019).
- c. Teori dan Hukum Ilmiah. Hukum digunakan untuk mengungkapkan apa yang telah diamati (Chen, 2006). Hukum ilmiah dalam arti sederhana memberikan penjelasan terkait terjadinya suatu fenomena (Yulita et al., 2019). Sebuah teori didefinisikan dalam banyak hal oleh filsuf sains, sedangkan dalam pernyataan ini, teori didefinisikan sebagai penjelasan suatu fenomena. Selanjutnya, para ilmuwan menciptakan teori dan hukum untuk menafsirkan dan menggambarkan fenomena yang ada. Teori dan hukum adalah dua jenis hal yang berbeda dalam ilmu pengetahuan.

Mereka berdua memiliki bukti pendukung yang substansial dan satu tidak menjadi yang lain (Chen, 2006; Lederman et al., 2002; Yulita et al., 2019).

- d. Kreativitas dan Imajinasi. Imajinasi adalah sumber inovasi. Para ilmuwan menggunakan imajinasi dengan logika dan pengetahuan sebelumnya untuk menghasilkan pengetahuan ilmiah baru. Imajinasi dan kreativitas sering disajikan bersama dalam dokumen reformasi pendidikan sains (Chen, 2006). Sains didasarkan pada proses imajinasi, pengembangan daya, kreativitas, dan sintesis. Imajinasi dan daya kreativitas dapat digunakan dalam penyelesaian masalah pada konteks sesungguhnya (Yulita et al., 2019).
- e. Objektivitas dan subjektivitas dalam sains. Pengetahuan ilmiah didasarkan secara empiris. Para ilmuwan mencoba untuk berpikiran terbuka dan menerapkan mekanisme seperti *peer review* dan *triangulasi data* untuk meningkatkan objektivitas. Di sisi lain, kepercayaan pribadi, nilai-nilai, intuisi, penilaian, kreativitas, peluang, dan psikologi

semuanya berperan dalam kegiatan ilmiah. Selain itu, sains dan ilmuwan dipengaruhi oleh masyarakat, budaya, dan disiplin ilmu di mana mereka hidup atau dididik. Subjektivitas ini dapat tercermin dalam pengamatan, melakukan interpretasi, penggunaan imajinasi, dan pilihan teori mereka. Oleh karena itu, subjektivitas digunakan untuk mewakili faktor-faktor selain dari objektivitas dan rasionalitas (Chen, 2006; Lederman et al., 2002; Yulita et al., 2019).

Pemahaman mengenai NOS, menurut Yulita et al. (2019) dapat dikategorikan menjadi 3 kategori. Pengkategorian tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kategori Pemahaman *Nature of Science*

No.	Kategori NOS	Penjelasan
1.	<i>Informed</i>	Seseorang yang termasuk dalam kategori ini merupakan seseorang yang dapat dikatakan sudah memiliki pemahaman mengenai NOS. Hal ini dapat diidentifikasi dengan kemampuan seseorang dalam menyebutkan makna NOS dan mampu memberikan

		penjelasan baik berupa teori yang mendasarinya maupun contoh atau bukti-bukti untuk memperkuat argumennya.
2.	<i>Electic</i>	Seseorang yang termasuk dalam kategori ini merupakan seseorang yang dapat dikatakan sudah memiliki pemahaman mengenai NOS, tetapi ia belum mampu memberikan penjelasan ataupun bukti-bukti untuk memperkuat pendapatnya.
3.	<i>Naïve</i>	Seseorang yang termasuk dalam kategori ini merupakan seseorang yang tidak memiliki pemahaman mengenai NOS dan tidak dapat memberikan bukti yang tepat.

(Yulita et al., 2019)

Apabila seseorang yang memahami NOS akan berhubungan erat dengan penyelesaian masalah secara ilmiah (Annisa & Listiani, 2017; Imran & Widodo, 2018). NOS juga dapat membantu mahasiswa dalam mengorganisasi pengetahuannya untuk melakukan proses penyelesaian masalah dengan langkah-langkah kerja (Imran & Widodo, 2018). Oleh karena itu, pemahaman mengenai NOS dapat membantu mahasiswa memperoleh pemahaman yang baik dalam kimia.

Lederman menyatakan bahwa pemahaman mengenai NOS dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Salah satunya yaitu perilaku dan lingkungan kelas yang sangat memengaruhi persepsi mengenai NOS. Oleh karena itu, NOS menjadi bagian penting dari pengetahuan ilmiah yang dapat dimasukkan pada materi pelajaran, NOS mirip dengan konten lain yang dapat diajarkan oleh seorang pendidik, dengan alasan itu NOS dapat dianggap sebagai bidang pelajaran khusus yang mengembangkan pengetahuan materi pelajaran pedagogis (Mihladız & Doğan, 2014).

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Sebelum peneliti memutuskan untuk meneliti analisis kemampuan berpikir kritis Mahasiswa Pendidikan Kimia berbasis *Nature of Science* (NOS), terdapat penelitian lain yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Hal tersebut dapat dijadikan sumber rujukan dalam penelitian ini.

Penelitian yang dilakukan oleh Allamnakhrah (2013) mengenai penerapan konsep berpikir kritis. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui penerapan konsep berpikir kritis pada proses

pembelajaran calon pendidik. Berdasarkan penelitian tersebut, didapatkan hasil bahwa dalam proses pembelajaran belum menerapkan konsep berpikir kritis, pendidik masih menerapkan pembelajaran tradisional. Penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa mahasiswa merasa bosan, jenuh, dan tidak ada tantangan dalam proses pembelajaran. Metode yang digunakan yaitu metode kualitatif studi kasus dengan membuat dua kelompok yang masing-masing terdiri dari 12 mahasiswa yang berasal dari Universitas King Abdul Aziz (KAU) dan Universitas Terbuka Arab (AOU).

Metode penelitian yang diterapkan pada penelitian Allamnahrah (2013) memiliki kesamaan dengan penelitian ini, yaitu menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Metode ini akan digunakan oleh peneliti untuk menganalisis kemampuan berpikir kritis mahasiswa pendidikan kimia di UIN Walisongo Semarang berdasarkan pemahamannya mengenai NOS. Perbedaan penelitian yang akan dilakukan yaitu mengkaji kemampuan berpikir kritis berbasis NOS.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Imaduddin & Haryani (2019) yang mengangkat peningkatan berpikir kritis dengan pendekatan DARTs pada calon

guru kimia. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk berupa lembar kerja berbasis DARTs bermuatan *multiple level representative* yang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode R&D, dengan proses pengambilan data menggunakan teknik tes dan tanpa tes. Subjek pada penelitian ini yaitu calon pendidik kimia dengan kriteria tertentu. Hasil penelitian yang didapat yaitu pada indikator KBKr I, KBKr II, dan KBKr IV menempati level “rendah”, sedangkan indikator KBKr III dan KBKr V menempati level “sedang”.

Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu pada subjek penelitian. Subjek penelitian yang diangkat yaitu pada tingkat Perguruan Tinggi. Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu menggunakan metode kualitatif studi kasus. Kemudian, penelitian yang akan dilakukan berbasis NOS, sedangkan penelitian oleh Imaduddin & Haryani (2019) berbasis Directed Activities Related To Texts (DARTs).

Penelitian lain yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu penelitian oleh Stephenson et al. (2019). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan

untuk mengetahui pengaruh Peer-Led Team Learning (PLTL) dan Science Writing and Workshop Template (SWWT) pada kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, dengan memberikan pretest dan post-test pada subjek penelitian. Penelitian ini didapat hasil bahwa penggunaan pendekatan PLTL dan SWWT pada pembelajaran mengalami perubahan yang signifikan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil pendekatan PLTL mengalami peningkatan 2,26% dan pendekatan SWWT mengalami peningkatan 3,19%.

Persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu penggunaan pendekatan dalam melakukan penelitian. Hanya saja berbeda jenis pendekatannya. Penelitian ini menggunakan pendekatan PLTL dan SWWT, sedangkan penelitian yang akan dilakukan merupakan penelitian berbasis NOS. Kemudian, penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode studi kasus untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis mahasiswa pendidikan kimia di UIN Walisongo Semarang.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Yulita et al. (2019) yang meneliti tentang pandangan *Nature of Science*. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk

mengetahui pandangan atau pemahaman NOS calon guru kimia. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif deskriptif. Metode pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan metode *non random purposive sampling* yang diambil sebanyak 30 calon guru kimia yang berada di semester 8. Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa calon guru kimia memiliki pemahaman atau pandangan yang cukup mengenai NOS. Berdasarkan 6 aspek yang dijabarkan, terdapat 4 aspek telah masuk dalam kategori informed (sesuai dengan konsep dan mampu menjelaskan) dan 2 aspek dalam kategori electic (sesuai dengan konsep tetapi tidak mampu menjelaskan).

Persamaan dari penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu pada penggunaan instrumen penelitian. Perbedaannya, teknik pengambilan sampel yang akan dilakukan yaitu menggunakan teknik *purposive sampling*. Perbedaan lainnya yaitu peneliti akan menggunakan instrumen NOS untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis mahasiswa pendidikan kimia di UIN Walisongo Semarang.

C. **Pertanyaan Penelitian**

Agar penelitian ini dapat terarah dan dapat mencapai tujuan sebagaimana yang diharapkan, maka dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Apa saja kriteria berpikir kritis untuk mahasiswa pendidikan kimia?
2. Apakah mahasiswa pendidikan kimia di UIN Walisongo sudah memiliki kemampuan berpikir kritis?
3. Bagaimana pemahaman *Nature of Science* (NOS) pada mahasiswa pendidikan kimia di UIN Walisongo?

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Pendekatan Penelitian

Penelitian merupakan prosedur ilmiah yang dilakukan guna memperoleh data empiris sebagai jawaban dari masalah yang ada (Risti, 2018). Metode merupakan prosedur yang digunakan dalam melakukan penelitian dan membahas suatu masalah yang terjadi (ZA et al., 2018). Penelitian ini menggunakan metode kualitatif untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis mahasiswa Pendidikan Kimia di Universitas Islam Negeri Walisongo. Creswell (2015) menyatakan penelitian kualitatif merupakan penelitian yang mengedepankan asumsi dan serangkaian kerangka teoritis ataupun penafsiran yang memengaruhi atau membentuk studi berdasarkan permasalahan riset yang berkaitan dengan individu atau kelompok pada suatu permasalahan sosial (Rostikawati and Kartiwi, 2021).

Adapun pendekatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pendekatan studi kasus. Pendekatan studi kasus merupakan salah satu pendekatan dalam penelitian kualitatif yang menitikberatkan pada suatu kasus yang akan ditelaah

berdasarkan konteks tertentu atau *setting* kehidupan nyata kontemporer (Creswell, 1990). Pendekatan studi kasus dilakukan oleh peneliti untuk menelaah suatu kasus yang dilakukan secara detail, mendalam, intensif, dan komprehensif.

B. *Setting* Penelitian

Adapun penelitian dilakukan pada:

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang (Kampus II), Jl. Prof. Dr. Hamka, KM. 2 Ngaliyan, Kota Semarang.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara bertahap. Tahapan pertama, peneliti melakukan pengambilan data riset berupa pengisian kuesioner yang dilakukan pada 14-24 Agustus 2021 secara *online*. Kemudian, tahapan kedua peneliti melakukan pengambilan data riset berupa wawancara yang dilakukan pada 19-22 September 2021 secara *online*.

C. Sumber Data

Sumber data merupakan subjek di mana data tersebut diperoleh. Informan dalam penelitian ini adalah mahasiswa pendidikan kimia semester 3, 5, dan 7 Program Studi Pendidikan Kimia di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Walisongo Semarang. Adapun dalam penelitian ini penulis menggolongkan sumber data berdasarkan aspek yang diteliti, yakni:

1. Data primer

Sumber data primer adalah sumber data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti. Adapun yang dimaksud dengan sumber data primer yaitu kuesioner *Nature of Science* (NOS) yang dikembangkan oleh Lederman et al. (2002), mencakup indikator-indikator berpikir kritis. Kemudian peneliti melakukan wawancara dengan subjek penelitian atau informan.

2. Data sekunder

Sumber data sekunder adalah sumber data yang diperoleh melalui pihak lain, tidak langsung diperoleh oleh peneliti. Data sekunder biasanya berwujud data dokumen atau data laporan yang tersedia. Data sekunder pada penelitian ini

meliputi nama mahasiswa, dokumentasi, dan laporan subjek pendukung lain.

D. Metode dan Instrumen Pengumpulan Data

Metode pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*. Penelitian ini menggunakan sampling purposif yang merupakan metode pengambilan sampel pada suatu penelitian berdasarkan pertimbangan tertentu dari peneliti (Hutama et al., 2013). Syarat yang harus dipenuhi untuk menentukan sampel yaitu informan telah mendapatkan mata kuliah Kimia Dasar.

Instrumen pengumpulan data merupakan alat yang digunakan dalam penelitian guna mengukur data yang hendak dikumpulkan. Penelitian ini menggunakan instrumen pengumpulan data sebagai berikut:

1. Kuesioner

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan kuesioner *Nature of Science* (NOS) yang dikembangkan oleh Lederman et al. (2002). Kuesioner ini dipilih karena berisi pertanyaan yang dapat diaplikasikan dalam materi kimia dan pertanyaan yang diberikan berupa *open-ended*

question. Peneliti seutuhnya melakukan adopsi terhadap kuesioner tersebut. Kuesioner tersebut berisi 6 pertanyaan yang mencakup aspek-aspek NOS, yaitu tentativitas, berbasis pengetahuan (*empiric*), hukum dan teori, kretivitas, dan subjektivitas dan sosial.

Setiap pertanyaan yang disajikan pada kuesioner terdapat indikator-indikator berpikir kritis. Peneliti mengintegrasikan kemampuan berpikir kritis dengan pemahaman NOS yang merujuk pada jawaban Ahli yang terdapat pada Lampiran 5. Instrumen yang dipilih oleh peneliti juga digunakan sebagai pedoman dalam melakukan wawancara sesuai dengan pertanyaan yang ada pada kuesioner.

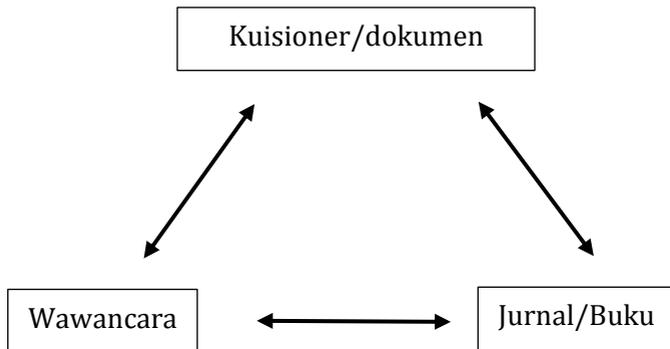
2. Dokumentasi

Dokumentasi berasal dari kata “dokumen”, yang memiliki arti benda atau barang yang tertulis. Dokumentasi merupakan salah satu teknik pengumpulan data berupa transkrip, catatan, majalah, buku, surat kabar, agenda, dan sebagainya (Suharsimi, 2010). Teknik ini digunakan oleh peneliti untuk memperoleh data melalui

wawancara dengan informan, yang selanjutnya akan ditulis dalam bentuk transkrip.

E. Keabsahan Data

Keabsahan data digunakan agar data yang dikumpulkan akurat serta mendapatkan makna secara langsung mengenai tindakan penelitian. Penelitian ini menggunakan triangulasi data, yaitu proses pengecekan data yang didapat dari berbagai sumber pada berbagai waktu dan dengan berbagai cara. Triangulasi dapat pula diartikan sebagai pemeriksaan keabsahan data dengan memanfaatkan sumber lain sebagai pembanding terhadap data yang ada (Sugiyono, 2017). Teknik triangulasi dapat digambarkan dalam Gambar 3.1.



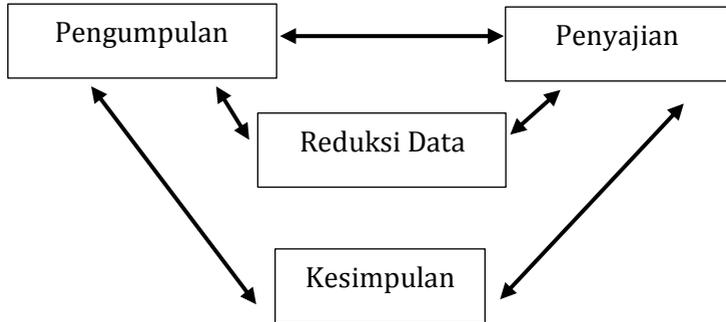
Gambar 3.1. Teknik Triangulasi

Penelitian ini menggunakan instrumen kuesioner dan wawancara sebagai sumber data yang valid dari

mahasiswa. Kemudian peneliti membandingkan hasil kuisioner dan wawancara dengan jurnal maupun sumber lain untuk memperoleh simpulan dari penelitian ini. Peneliti juga melakukan pendokumentasian proses penelitian yang dilakukan peneliti sebagai bukti kebenaran dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti. Dokumentasi dari penelitian ini yaitu bukti pengisian kuisioner pada *google form* dan transkrip wawancara.

F. Analisis Data

Analisis data merupakan suatu proses yang dilakukan secara sistematis untuk mengklarifikasi suatu data dengan mengkaitkan bagian perbagian dari keseluruhan data yang dikumpulkan (Afrizal, 2014). Analisis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan analisis yang dikembangkan oleh Miles dan Huberman. Tahapan dalam melakukan analisisnya meliputi, reduksi data, penyajian data, dan membuat simpulan. Tahapan tersebut dapat digambarkan pada Gambar 3.2 (Irwan, 2018).



Gambar 3.2 Skema Model Analisis Data Interaktif Model Milles dan Huberman

Tahap pertama, reduksi data merupakan proses pemilahan, pemusatan data kasar yang diperoleh ketika di lapangan. Kegiatan mereduksi data, peneliti melakukan pengkodean pada data (kodifikasi data) yang diperoleh. Data yang diperoleh pada penelitian ini berasal dari hasil kuesioner dan proses wawancara yang telah dilakukan kepada informan. Tahap kedua, penyajian data merupakan proses pengkategorisasian data atau pengelompokkan data. Proses penyajian data pada penelitian ini dilakukan dengan membuat tabel data. Tahap ketiga, menarik simpulan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan. Peneliti memberikan simpulan dengan disertai verifikasi berdasarkan hasil catatan di lapangan. Peneliti menghubungkan dengan data yang telah dibuat sebelumnya.

Analisis jawaban mahasiswa pendidikan kimia pada instrumen yang digunakan disesuaikan dengan

kemampuan masing-masing mahasiswa. Berdasarkan indikator yang dikembangkan oleh Facione, dapat diuraikan menjadi beberapa *subskill* yang disajikan dalam Tabel 3.1 (Arini & Juliadi, 2018).

Tabel 3.1 Aspek Keterampilan Berpikir Kritis Facione

No.	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	<i>Subskill</i>
1.	Interpretasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu menentukan konsep yang digunakan dalam menyelesaikan masalah. 2. Mampu menggambarkan permasalahan yang diberikan. 3. Mampu menuliskan makna permasalahan dengan jelas dan tepat.
2.	Analisis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu menuliskan hubungan konsep-konsep dalam suatu masalah yang diberikan. 2. Mampu menentukan suatu tindakan yang akan dilakukan dalam menyelesaikan masalah.
3.	Evaluasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu menuliskan penyelesaian masalah sesuai konteks yang ada. 2. Mampu menentukan kredibilitas sumber informasi.
4.	Inferensi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu membuat kesimpulan dari apa yang ditanyakan secara logis.

		2. Mampu menduga alternatif lain.
5.	Penjelasan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu menuliskan hasil akhir. 2. Mampu memberikan alasan tentang kesimpulan yang diambil.
6.	Regulasi Diri	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu mengulang atau memberikan konfirmasi terhadap jawaban yang diberikan atau dituliskan. 2. Mampu menyelesaikan jawaban hingga tuntas pada pertanyaan yang diberikan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Berpikir kritis melatih untuk menganalisis masalah berdasarkan pertanyaan dan informasi yang relevan (Tiruneh et al., 2014). Berpikir kritis merupakan proses kompleks yang terorganisasi yang berkaitan dengan kemampuan seseorang dalam menganalisis masalah, memberikan asumsi dan bukti, mengevaluasi, dan dapat menyimpulkan data/informasi secara akurat (Anugraheni, 2020; Sutamrin et al., 2021). Memiliki kemampuan berpikir kritis dapat membantu mahasiswa dalam menghadapi perkembangan sains dan teknologi (Kurniawati, 2018) serta erat kaitannya dengan penyelesaian isu-isu yang ada di lingkungan sekitar (Nugrahaeni et al., 2017). Hal tersebut sangat membantu mahasiswa dalam memahami dan menerapkan ilmu kimia.

Ilmu kimia merupakan ilmu eksak (Imaduddin & Haryani, 2019) yang dalam prosesnya membutuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Kartika et al., 2019) dan dalam memahaminya tidak terlepas dari memahami *Nature of Science* (NOS) yang dekat dengan

persoalan-persoalan ilmiah (Yulita et al., 2019). NOS membahas isu-isu yang berkaitan dengan filosofi sains, sejarah, psikologi, dan sosiologi (Mihladız & Doğan, 2014). Berarti dalam proses memahami NOS, mahasiswa memerlukan kemampuan berpikir dan bernalar (Yulita et al., 2019) serta membutuhkan pengetahuan ilmiah yang cukup (Imran & Widodo, 2018). Oleh karena itu, dengan memahami NOS, mahasiswa secara tidak langsung sedang meningkatkan kemampuan berpikir kritis yang dimilikinya. Adanya keterkaitan antara memahami NOS dengan kemampuan berpikir kritis, mendorong peneliti untuk melakukan penelitian mengenai analisis kemampuan berpikir kritis berbasis NOS.

Instrumen yang digunakan dalam mengetahui kemampuan berpikir kritis mahasiswa berbasis *Nature of Science* berupa kuesioner berisi pertanyaan uraian berbentuk *open-ended question* yang terdiri dari 6 pertanyaan seputar NOS. Instrumen tersebut dikembangkan oleh Lederman et al. (2002) yang mencakup aspek-aspek NOS dan telah disesuaikan dengan materi kimia. Aspek NOS yang terdapat dalam instrumen tersebut yaitu aspek tentativitas, aspek

empiris, aspek hukum dan teori, aspek kreativitas, serta aspek subjektivitas dan sosio-kultur.

Setiap pertanyaan mengandung indikator ketercapaian kemampuan berpikir kritis. Indikator berpikir kritis yang dikembangkan oleh Facione (2015) mencakup beberapa kemampuan, yaitu kemampuan interpretasi, kemampuan analisis, kemampuan mengevaluasi, kemampuan menyimpulkan (inferensi), kemampuan menjelaskan, dan kemampuan pengaturan diri (*self-regulation*). Mahasiswa yang dapat dikatakan memiliki kemampuan interpretasi yaitu mahasiswa yang dapat mendefinisikan masalah atau menentukan teori atau konsep yang digunakan dalam menjawab permasalahan secara tepat (Rostikawati & Kartiwi, 2021; Widodo et al., 2019). Berikut disajikan contoh kutipan wawancara yang dilakukan oleh Peneliti (P) dan Informan (I: DH) yang dapat dikategorikan memiliki kemampuan interpretasi:

P: menurut saudara apakah teori itu dapat berubah?

I: teori dapat berubah karena pembelajaran adalah sebuah konstruksi atau hasil perbaikan dari teori sebelumnya.

P: baik, saudara menjawab bahwa teori dapat berubah. Saudara bisa sebutkan contoh konsep atau teori kimia yang mendasari jawaban tersebut?

I: ada. contohnya kan teori perkembangan atom ya. Kita tahu sendiri dulu waktu apa namanya yang pertama sekali itu dari Democritus yang apa namanya ada benda atau partikel kecil kemudian Dalton melengkapinya dengan benda itu seperti bola pejal. Namun semakin lama semakin berkembang hingga sekarang ada teori mekanika kuantum yang mana ternyata atom itu di dalamnya nggak hanya sekadar bola pejal tapi atom ada elektron dan neutron, ada proton yang ada dalam atom tersebut.

Hasil wawancara tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa menyebutkan teori atom sebagai teori yang digunakan untuk menjawab pertanyaan NOS. Teori tersebut tepat digunakan untuk menjawab pertanyaan NOS bahwa teori dapat berkembang. Jika mahasiswa telah mengetahui teori mana yang dapat digunakan dalam menjawab persoalan NOS, maka mahasiswa mampu mengetahui langkah selanjutnya dalam menyelesaikan persoalan.

Kemampuan melakukan analisis pada mahasiswa dapat diidentifikasi melalui indikasi-indikasi yakni mahasiswa dapat menghubungkan konsep-konsep yang digunakan dalam menyelesaikan pertanyaan yang diberikan. Berikut disajikan contoh kutipan wawancara yang dilakukan Peneliti (P) dengan Informan (I: DH)

yang dapat dikategorikan memiliki kemampuan analisis:

- P: baik. Selanjutnya, menurut saudara apakah fenomena tidak adanya perubahan massa sebelum dan setelah terjadinya reaksi merupakan fenomena yang dapat dibuktikan kebenarannya? Jika iya, bisa berikan alasannya!
- I: itu bisa dibuktikan karena kan apa namanya suatu benda kan atau suatu materi kan bisa berubah bentuk misal dari padat ke gas atau padat ke cair gitu. Contohnya itukan lilin itu walaupun lilin itu meleleh tapi kalau kita kumpulkan cairan maksudnya yang mencair itu kan sudah kan massanya itu kan tetap sama, kalau dihitung atau ditimbang ulang jadi sebelum benda itu mengalami reaksi, pasti massanya selalu sama jadi itu bisa dibuktikan.

Berdasarkan hasil wawancara tersebut, menunjukkan bahwa mahasiswa dapat diidentifikasi memiliki kemampuan menganalisis. Hal tersebut terbukti dari jawaban mahasiswa yang memberikan permissalan dan menghubungkan dengan konsep yang diketahui mahasiswa.

Kemudian, untuk mengetahui kemampuan mengevaluasi mahasiswa dapat diidentifikasi dengan indikasi-indikasi yakni mahasiswa mampu menyelesaikan permasalahan sesuai dengan konteks yang ada dan mahasiswa dapat menentukan kredibilitas

sumber informasi yang dipaparkan. Selanjutnya, kemampuan menyimpulkan permasalahan (inferensi) yaitu mahasiswa mampu membuat simpulan yang dinyatakan secara logis dan dapat menduga alternatif lain dalam menyelesaikan permasalahan. Contoh jawaban mahasiswa pada kuesioner yang dapat dikatakan memiliki kemampuan dalam menyatakan simpulan secara tepat disajikan pada Gambar 4.1.

Secara umum, hukum ilmiah adalah deskripsi dari fenomena yang diamati. Hukum tidak menjelaskan mengapa fenomena itu ada atau apa yang menyebabkannya. Penjelasan tentang suatu fenomena disebut teori ilmiah.

Gambar 4.1 Jawaban Mahasiswa terhadap Kemampuan Menyimpulkan (Inferensi)

Berdasarkan jawaban kuesioner tersebut, mahasiswa dapat melakukan inferensi. Dibuktikan dengan mahasiswa memberikan simpulan mengenai perbedaan hukum ilmiah dan teori ilmiah. Simpulan tersebut sesuai dengan simpulan yang dinyatakan oleh para ahli, bahwa hukum ilmiah menjelaskan tentang deskripsi suatu fenomena, sedangkan teori ilmiah menjelaskan tentang alasan suatu fenomena dapat terjadi (Yulita et al., 2019).

Kemudian, kemampuan terakhir dari indikator berpikir kritis yaitu kemampuan regulasi diri (*Self-*

Regulation). Kemampuan regulasi diri yaitu mahasiswa mampu memberikan konfirmasi atau mengulang jawaban yang telah dipaparkan dan mahasiswa mampu menuntaskan persoalan yang telah diberikan kepadanya. Berikut disajikan contoh beberapa jawaban wawancara mengenai perkembangan teori atom yang dilakukan Peneliti dengan Informan yang dapat dikategorikan dalam kemampuan regulasi diri:

Menurut saya teori itu sebenarnya tidak berubah namun selalu berkembang sesuai dengan perkembangan zaman dan pasti ada teori-teori baru yang bisa apa yang bisa melengkapi dari teori lama seperti itu. (I: MN)

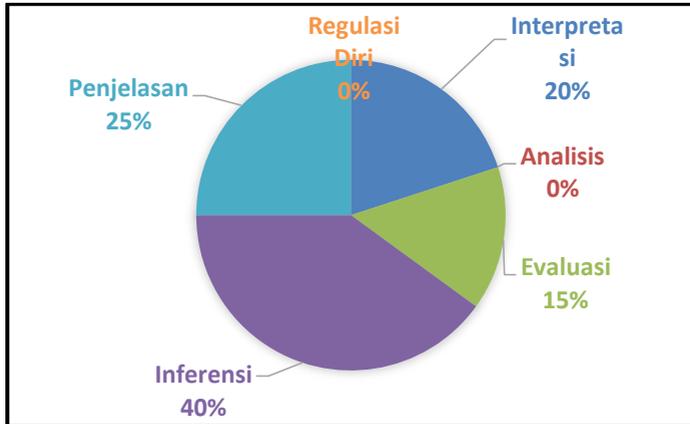
Teori dapat berubah karena pembelajaran adalah sebuah konstruksi atau hasil perbaikan dari teori sebelumnya. (I: DH)

Menurut saya, teori itu bisa berubah apalagi seiring berjalannya waktu pasti akan banyak penelitian-penelitian baru dan yang mungkin ya atau kemungkinan nanti akan bisa merubah atau menggeser dari teori yang sudah ada kecuali kalau teori tersebut sudah menjadi sebuah hukum misalnya, kalau dia sudah menjadi hukum menurut saya dia tidak bisa berubah tapi kalau masih berupa teori bisa diubah dengan penelitian-penelitian yang terbaru. (I: TL)

Hasil wawancara tersebut menyatakan bahwa mahasiswa memiliki kemampuan regulasi diri. Hal

tersebut dibuktikan dengan mahasiswa yang mampu mengonfirmasi jawaban yang telah diberikan pada kuesioner berpikir kritis berbasis NOS mengenai perkembangan teori ilmiah. Jawaban yang informan berikan pada wawancara selaras dengan jawaban informan pada kuesioner. Hanya saja, ketika wawancara dilakukan, informan memberikan jawaban lebih dalam atau detail dibanding pada jawaban kuesioner. Hal tersebut memberikan informasi lebih banyak kepada peneliti.

Kuesioner yang diberikan kepada informan sepenuhnya mengadopsi dari kuesioner NOS yang dikembangkan oleh Lederman et al. (2002). Jawaban mahasiswa dari kuesioner berpikir kritis berbasis NOS kemudian dilakukan analisis dan dikategorikan ke dalam indikator berpikir kritis. Indikator kemampuan berpikir kritis yang dimiliki oleh mahasiswa Pendidikan Kimia disajikan pada Lampiran 2. Berdasarkan hasil uji pada kuesioner berpikir kritis berbasis NOS yang telah diujikan, diperoleh persentase dari setiap indikator kemampuan berpikir kritis yang dimiliki informan mahasiswa Pendidikan kimia seperti yang disajikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Analisis Jawaban Mahasiswa pada Kuesioner terhadap Kemampuan Berpikir Kritis

Berdasarkan grafik tersebut, didapatkan bahwa

yang memiliki persentase tertinggi yaitu kemampuan inferensi sebesar 40%. Hal tersebut membuktikan bahwa mahasiswa telah memenuhi salah satu indikator kemampuan berpikir kritis yaitu kemampuan inferensi. Kemudian didapatkan kemampuan penjelasan sebesar 25%, kemampuan interpretasi sebesar 20%, kemampuan evaluasi sebesar 15%, kemampuan analisis dan regulasi 0%.

Selain menganalisis kemampuan berpikir kritis mahasiswa Pendidikan kimia, berdasarkan kuesioner tersebut didapat informasi mengenai pemahaman mahasiswa Pendidikan kimia mengenai NOS. Mahasiswa yang memiliki pemahaman NOS dapat dikategorikan menjadi 3 kategori, yaitu *Naïve*, *Electic*,

dan *Informed*. Mahasiswa yang dikategorikan ke dalam kategori *Naïve* dapat diidentifikasi dengan pernyataan apabila mahasiswa belum memiliki pemahaman mengenai NOS secara tepat, dengan kata lain mahasiswa tersebut memiliki pemahaman yang salah terhadap NOS. Contoh jawaban dari kuesioner NOS yang memiliki kategori *Naïve* disajikan pada Gambar 4.3.

Tidak, karena proses penelitian itu ilmiah. Jadi tidak mungkin menggunakan imajinasi apalagi yang belum pasti. Misal investasi orang banyak meninggal setelah divaksin. Imajinasi tidak boleh digunakan, karena ini ilmiah. Jadi harus sesuai prosedur yang seharusnya.

Gambar 4.3 Jawaban Mahasiswa pada Kuesioner yang dikategorikan dalam Kategori *Naïve*

Hasil jawaban tersebut menjelaskan bahwa mahasiswa belum memahami NOS berdasarkan aspek kreativitas dan imajinasi. Mahasiswa memaparkan bahwa ilmuwan tidak menggunakan daya kreativitas dan imajinasi mereka dalam suatu penyelidikan ilmiah. Pernyataan tersebut bertolak-belakang dengan jawaban ahli yang telah dipaparkan pada Lampiran 5. Hal ini selaras dengan pernyataan Yulita et al. (2019) bahwa Ilmuwan atau peneliti ilmiah menggunakan daya imajinasi mereka untuk melakukan ramalan, mengkaji

ulang teori untuk membuktikan kebenaran secara empiris.

Kategori *Electic* dapat didefinisikan apabila mahasiswa telah memiliki pendapat mengenai NOS, tetapi mahasiswa belum mampu menjelaskan alasannya. Contoh jawaban mahasiswa yang dapat dikategorikan ke dalam kategori *Electic* dapat disajikan pada Gambar 4.4.

Secara umum, hukum ilmiah adalah deskripsi dari fenomena yang diamati. Hukum tidak menjelaskan mengapa fenomena itu ada atau apa yang penyebabnya. Penjelasan tentang suatu fenomena disebut teori ilmiah.

Gambar 4.4 Jawaban Mahasiswa pada Kuesioner yang dikategorikan dalam Kategori *Electic*

Berdasarkan jawaban tersebut memberikan informasi bahwa mahasiswa sudah memiliki pendapat atau pandangan mengenai aspek Teori dan Hukum pada NOS, tetapi mahasiswa belum mampu memberikan alasan atas jawaban yang diberikan. Oleh karena itu, mahasiswa tersebut dapat dikategorikan dalam kategori *Electic*.

Kategori *Informed* yaitu mahasiswa telah memiliki pendapat mengenai NOS dan mahasiswa dapat memberikan penjelasan mengenai alasan jawaban tersebut. Berikut contoh kutipan wawancara yang

dilakukan Peneliti (P) dengan Informan (I: TL) yang dapat dikategorikan ke dalam kategori *Informed*:

P: menurut saudara apakah teori dapat berubah?

I: menurut saya, teori itu bisa berubah apalagi seiring berjalannya waktu pasti akan banyak penelitian-penelitian baru dan yang mungkin ya atau kemungkinan nanti akan bisa merubah atau menggeser dari teori yang sudah ada kecuali kalau teori tersebut sudah menjadi sebuah hukum misalnya, kalau dia sudah menjadi hukum menurut saya dia tidak bisa berubah tapi kalau masih berupa teori bisa diubah dengan penelitian-penelitian yang terbaru.

P: baik. Berdasarkan jawaban saudara, adakah contoh konsep ataupun teori kimia yang mendasari jawaban saudara?

I: menurut saya itu bisa dilihat dari materi kimia yang perkembangan model atom. Itu kan ada teori-teori dari masing-masing tokoh dan disetiap perubahan waktu, perkembangan zaman dan juga revisi dari teori sebelumnya, kemudian perbaikan-perbaikan dari teori sebelumnya jadi bisa aja berubah atau bisa juga disempurnakan.

Berdasarkan kutipan tersebut, memberikan informasi bahwa mahasiswa telah memiliki pendapat atau pandangan mengenai aspek Tentativitas pada NOS dan mahasiswa mampu memberikan alasan atas jawaban yang diberikan. Oleh karena itu, mahasiswa

tersebut dapat dikategorikan dalam kategori *Informed* dalam memahami NOS.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil kuesioner berpikir kritis berkonteks NOS dan hasil wawancara yang telah dilakukan, peneliti menemukan keberagaman kemampuan berpikir kritis yang dimiliki mahasiswa sebagai informan. Begitu pula dengan pemahaman mengenai NOS, ditemukan keberagaman dalam pemahamannya. Berikut rincian pembahasan dari hasil kuesioner berpikir kritis berkonteks NOS dan hasil wawancara pada setiap indikator pertanyaan yang diujikan.

1. Ragam Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa dalam Menjelaskan Aspek Tentativitas

Identifikasi kemampuan berpikir kritis mahasiswa dalam aspek tentativitas, peneliti memberikan pernyataan dan pertanyaan mengenai perkembangan teori ilmiah dengan memberikan contoh pada teori atom. Mahasiswa diminta untuk memberikan pendapatnya mengenai perkembangan teori ilmiah. Hal tersebut dilakukan juga untuk mengetahui pemahaman NOS

mahasiswa. Aspek tentatitivitas menjelaskan mengenai pengetahuan ilmiah yang dapat dikatakan tahan lama dan tidak mudah berubah (Yulita et al., 2019), tetapi semua pengetahuan ilmiah dapat berubah (Annisa & Listiani, 2017; Imran & Widodo, 2018). Artinya, ilmu pengetahuan sejatinya akan terus mengalami perkembangan atau penyempurnaan.

Kemampuan interpretasi dapat dilakukan dengan memahami dan mengungkapkan makna dari beragam pengalaman, situasi, data, peristiwa, penilaian, konvensi, kepercayaan, aturan, prosedur, maupun kriteria (Facione, 2015). Berdasarkan kuesioner yang telah diujikan kepada mahasiswa informan, kemampuan interpretasi mahasiswa informan memiliki keberagaman. Pertanyaan nomor 1 pada kuesioner menanyakan terkait pendapat mahasiswa informan mengenai perubahan teori ilmiah. Rata-rata informan memberikan jawaban mengenai pendapatnya tetapi tidak menyertakan alasannya. Jawaban mahasiswa informan DH dalam menjawab pertanyaan nomor 1 dapat disajikan pada Gambar 4.5.

- a) Teori dapat berubah seiring dengan ditemukannya penemuan baru. Para ilmuwan melakukan pembaruan teori untuk mencari pengetahuan atau memperbaiki penemuan sebelumnya.
- b) alasan kenapa harus belajar teori sebelum sebelumnya adalah untuk mengetahui alur kerangka berpikir dalam mengembangkan teori baru.

Gambar 4.5 Jawaban DH pada Pertanyaan Kuesioner Nomor 1

Berdasarkan hasil jawaban tersebut, informan DH belum mampu menentukan konsep yang digunakan dalam menjawab soal tersebut dan belum mampu menggambarkan makna soal dengan jelas dan tepat. Informan DH hanya memberikan penjelasan bahwa teori dapat berubah. Kemudian saat dilakukan wawancara, informan DH dapat menentukan konsep yang digunakan dalam menjawab pertanyaan nomor 1. Berikut bukti kutipan wawancara yang dilakukan Peneliti (P) dengan Informan (I: DH), yang menjelaskan bahwa informan DH dapat menentukan konsep dan menggambarkan permasalahan pada pertanyaan nomor 1:

- P: baik, saudara menjawab bahwa teori dapat berubah. Saudara bisa sebutkan contoh konsep atau teori kimia yang mendasari jawaban tersebut?

I: “ada. contohnya kan teori perkembangan atom ya. Kita tahu sendiri dulu waktu apa namanya yang pertama sekali itu dari Democritus yang apa namanya ada benda atau partikel kecil kemudian Dalton melengkapinya dengan benda itu seperti bola pejal. Namun semakin lama semakin berkembang hingga sekarang ada teori mekanika kuantum yang mana ternyata atom itu di dalamnya nggak hanya sekadar bola pejal tapi atom ada elektron dan neutron, ada proton yang ada dalam atom tersebut”

Kutipan tersebut memaparkan bahwa informan DH telah memiliki kemampuan interpretasi dengan dibuktikan bahwa ia menyebutkan teori atom sebagai contoh konsep dalam menjawab aspek tentativitas. Kemampuan kedua yang dapat dimiliki mahasiswa yaitu kemampuan analisis. Berdasarkan jawaban pada Gambar 4.5, informan DH belum mampu melakukan kegiatan analisis. Informan DH hanya memberikan kesimpulan tanpa melakukan analisis terlebih dahulu. Ketika melakukan wawancara dengan mengajukan pertanyaan yang sama, DH mampu memberikan penjelasan mengenai simpulan yang diambil dengan menghubungkan

teori-teori atom yang telah dikemukakan oleh ilmuwan. Hal tersebut membuktikan bahwa DH memiliki kemampuan analisis dengan diperkuat pada saat melakukan wawancara.

Selanjutnya, kemampuan evaluasi dapat dicapai apabila mahasiswa mampu menyelesaikan persoalan sesuai dengan konteks yang ada. Seperti yang tercantum pada Lampiran 2. Berdasarkan jawaban pada Gambar 4.5, informan DH telah memberikan simpulan atas pertanyaan, tetapi belum sepenuhnya menjawab pertanyaan yang dipertanyakan. Setelah melakukan wawancara, informan DH memberikan jawaban lebih detail mengenai aspek tentatitivitas. Kesesuaian informan dalam memberikan jawaban dengan pertanyaan yang ada, membuktikan bahwa informan memiliki kemampuan mengevaluasi.

Kemampuan inferensi yaitu mahasiswa memiliki kemampuan dalam membuat simpulan berdasarkan informasi yang telah tersedia dan memperhatikan langkah-langkah penyelesaian (Ennis, 1989). Berdasarkan jawaban informan DH pada Gambar 4.5, didapatkan informasi bahwa informan DH sudah menggunakan kemampuan

inferensinya dalam menyelesaikan pertanyaan. DH memberikan simpulan bahwa teori dapat berubah seiring ditemukannya penemuan baru. Kemampuan DH diperkuat setelah melakukan wawancara, DH memberikan jawaban yang sama pada saat wawancara dilakukan.

Kemampuan *Explanation* (Penjelasan) yaitu mahasiswa memiliki kemampuan dalam memberikan alasan atau argumen mengenai jawaban yang dipaparkan (Ennis, 1989; Facione, 2015). Berdasarkan jawaban informan DH pada Gambar 4.5, alasan mengenai teori dapat berubah, menurut DH adalah para ilmuwan melakukan pembaharuan teori untuk mencari pengetahuan atau memperbaiki penemuan sebelumnya (I: DH001). Hal tersebut membuktikan bahwa informan telah memberikan alasan yang tepat atas jawaban yang diberikan, dengan kata lain informan mampu mempertanggungjawabkan jawaban yang dipaparkan.

Kemampuan regulasi diri merupakan kemampuan dalam mengulang kembali atau memberikan konfirmasi atas apa yang telah dipelajari, ditemukan, dipertimbangkan,

diputuskan, dan disimpulkan (Ennis, 1989; Facione, 2015). Kemampuan regulasi diri telah digunakan oleh informan DH pada saat melakukan wawancara bersama peneliti. Informan dapat memberikan konfirmasi atas jawaban yang telah diberikan pada saat mengisi kuesioner. Jawaban yang diberikan pun selaras dengan jawaban yang informan tulis pada kuesioner. Berikut kutipan wawancara yang menyatakan informan DH telah melakukan kemampuan regulasi diri dalam menjawab pertanyaan aspek tentatitivitas:

P: menurut saudara apakah teori itu dapat berubah?

I: teori dapat berubah karena pembelajaran adalah sebuah konstruksi atau hasil perbaikan dari teori sebelumnya.

Penelitian juga dilakukan kepada informan MN, dimana pada menjawab kuesioner nomor 1, MN pun memiliki jawaban yang hampir serupa dengan informan DH. Jawaban informan MN pada kuesioner tersebut menjelaskan bahwa teori dapat mengalami perkembangan. Jawaban informan MN dalam kuesioner nomor 1 disajikan pada Gambar 4.6.

Teori tersebut tidak berubah namun berkembang karena setiap perkembangan zaman ditemukan teori yang lebih masuk akal sehingga seiring perkembangan zaman teori atom juga berkembang.

Gambar 4.6 Jawaban MN pada Pertanyaan Kuesioner Nomor 1

Berdasarkan jawaban tersebut, informan MN telah mampu menentukan konsep dan mampu menggambarkan makna permasalahan dengan tepat. Informan MN menyebutkan teori atom sebagai salah satu teori yang dapat menjawab pertanyaan yang menyangkut aspek tentativitas. Jawaban tersebut diperkuat dengan melakukan wawancara. Berikut kutipan wawancara yang dilakukan oleh Peneliti dan Informan MN:

P: apakah saudara bisa memberikan contoh konsep atau teori kimia yang mendasari jawaban saudara?

I: contohnya itu pada teori atom seperti yang kita tahu bahwa teori atom itu dari tahun ke tahun itu mengalami perkembangan, jadi seperti awalnya itu berbentuk seperti ini dari ilmuwan ini kemudian ditemukan kembali oleh ilmuwan lain dan memiliki bentuk yang berbeda dan seterusnya seperti itu.

Hasil wawancara tersebut memberikan informasi bahwa informan MN telah menggunakan kemampuan interpretasi dalam menjawab

permasalahan yang berkaitan dengan aspek tentativitas. Kemudian, kemampuan kedua yaitu kemampuan dalam melakukan analisis. MN dapat menghubungkan informasi yang dibutuhkan dalam menjawab pertanyaan tersebut, seperti yang terdapat pada kutipan wawancara di atas. MN menghubungkan teori-teori atom yang dikemukakan oleh ilmuwan untuk membuktikan bahwa teori ilmiah dapat berkembang.

Selanjutnya, kemampuan mengevaluasi belum dimunculkan MN ketika menjawab pertanyaan pada kuisisioner yang diberikan. Justru MN menggunakan kemampuan mengevaluasi ketika dilakukan wawancara mendalam. Hal tersebut dibuktikan pada Lampiran 9, bahwa MN memberikan jawaban sebagai penyelesaian pertanyaan sesuai konteks yang ada, yaitu berkaitan dengan aspek tentativitas.

Kemampuan menyimpulkan (inferensi), telah dilakukan MN seperti pada Gambar 4.6. MN menyimpulkan bahwa teori tidak berubah namun berkembang. Simpulan yang diberikan MN sesuai dengan simpulan yang dipaparkan oleh Ahli seperti yang tercantum pada Lampiran 5. Ketika dilakukan

wawancara, MN pun menyimpulkan hal yang serupa. Oleh karena itu, MN menggunakan kemampuan inferensinya dalam menyelesaikan permasalahan pada aspek tentativitas.

Kemudian, setelah mampu melakukan inferensi, informan pastinya perlu memberikan penjelasan yang tepat guna mendukung simpulan yang telah dipaparkan. Berdasarkan kutipan wawancara di atas, MN telah memberikan alasan mengapa teori dapat berkembang. Alasan tersebut dapat dipahami tetapi kurang merinci dalam menyebutkan ilmuwan yang dimaksud (Yulita et al., 2019).

Kemampuan regulasi diri juga sudah dimiliki oleh informan MN. Informan memberikan konfirmasi terkait jawaban yang telah dipaparkan pada kuesioner ketika wawancara dilakukan. Hasil wawancara MN memberikan jawaban yang sama dengan jawaban pada kuesioner.

Jawaban-jawaban yang diberikan oleh informan pada saat melakukan wawancara pun memberikan informasi bahwa jawaban tersebut sesuai dengan jawaban Ahli. Aspek tentativitas menjelaskan bahwa teori ilmiah akan terus

berkembang atau bisa dikatakan terus mengalami penyempurnaan. Kesesuaian jawaban informan dengan Ahli, bahwa informan telah memahami aspek tentativitas dan mampu memberikan penjelasan serta bukti yang tepat, maka informan dapat dikategorikan dalam kategori *Informed*.

2. Ragam Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa dalam Menjelaskan Aspek Empiris

Aspek dasar empiris menjelaskan bahwa sains merujuk pada data-data dan bukti secara empiris. Walaupun bukti empiris dijadikan sebagai landasan utama, tetapi keberadaannya tidak diartikan secara absolut (Yulita et al., 2019). Kuisisioner nomor 2 membahas mengenai kepastian ilmuwan dalam mengemukakan teori. Contoh yang dipaparkan pada kuisisioner ini yaitu mengenai kepastian teori-teori yang membahas mengenai struktur atom. Berdasarkan jawaban Ahli yang tertuang pada lampiran 5, untuk dapat menjawab pertanyaan tersebut diperlukan kemampuan-kemampuan dalam berpikir kritis.

Kemampuan dalam melakukan interpretasi dapat dilakukan informan dengan menentukan konsep yang digunakan untuk menyelesaikan

masalah. Dalam hal ini, konsep yang digunakan berasal dari percobaan Rutherford dalam menemukan struktur atom. Pada penelitian ini, didapatkan hasil bahwa pada kuesioner yang telah diisi, informan belum melakukan interpretasi dalam menyelesaikan pertanyaan. Hal tersebut dibuktikan pada salah satu jawaban informan pada kuesioner yang disajikan oleh Gambar 4.7

Pasti karena mereka sudah melalui proses panjang melalui percobaan dan itu dalam jangka waktu yang sangat panjang dan lama. Bukti nya ya dari percobaan yang sudah dilakukan.

Gambar 4.7 Jawaban TL pada Pertanyaan Kuesioner Nomor 2

Berdasarkan jawaban tersebut, informan belum menggunakan kemampuan interpretasi untuk menentukan konsep masalah. Setelah itu, peneliti melakukan wawancara pada setiap informan, hasil yang didapat berbeda dengan hasil jawaban kuesioner. Informan memberikan jawaban yang lebih detail ketika wawancara dilakukan. Informan dapat menentukan konsep yang digunakan dalam menjawab pertanyaan tersebut, yaitu menjelaskan mengenai percobaan Rutherford.

Berikut kutipan jawaban wawancara yang dilakukan Peneliti (P) dan Informan (I):

Ada. Ada pengembangannya, kan itu kan hasil dari pengembangan misalkan kalau elektron ini kan ditemukan oleh Thomson ya. Thomson waktu itu menggunakan percobaan tabung kaca, kemudian dilihat apa pengaruh sinar katoda, terus proton juga di sini juga apa namanya adalah percobaan tambahan itu maksudnya melengkapi dari percobaan sebelumnya yaitu percobaan untuk mempelajari partikel positif. Kemudian inti atom juga apa namanya untuk penemuan inti atom ini ada percobaan perkembangan lagi dari Rutherford yang menggunakan hamburan sinar alfa oleh lempeng emas. (I: DH, Q2)

Contoh penelitian yaitu pada Rutherford yang menembakkan sinar. (I: MN, Q2)

Kalau bukti spesifiknya sih sepengetahuan saya itu karena mereka itu melakukan percobaan-percobaan kayak penembakan sinar Alfa, kemudian dengan lempeng emas tipis, terus penembakan yang dengan atom hidrogen dan banyak lagi percobaan percobaan lainnya. (I: TL, Q2)

Berdasarkan hasil wawancara tersebut memaparkan bahwa informan telah menentukan konsep yang digunakan dalam menyelesaikan pertanyaan terkait aspek dasar empiris. Oleh

karena itu, informan dapat dikatakan telah memiliki kemampuan interpretasi dalam permasalahan aspek dasar empiris.

Setelah mengetahui konsep yang digunakan, informan diharapkan dapat melakukan analisis untuk dapat menyelesaikan permasalahan. Namun, pada saat menjawab kuesioner, informan sama sekali tidak melakukan analisis. Seperti jawaban yang diberikan pada Gambar 4.7. Ketika dilakukan wawancara, hanya informan DH yang dapat menghubungkan teori-teori dan memberikan bukti terhadap kepastian ilmuwan dalam mengemukakan teori. Seperti jawaban yang diberikan pada kutipan jawaban wawancara di atas (I: DH,Q2), sedangkan informan MN dan informan TL belum dapat menghubungkan teori-teori yang digunakan, hanya mampu menyebutkan bukti yang dilakukan ilmuwan yaitu dalam melakukan percobaan oleh Rutherford.

Selanjutnya, kemampuan evaluasi dapat dicapai apabila mahasiswa mampu menyelesaikan persoalan sesuai dengan konteks yang ada. Berdasarkan jawaban kuesioner, informan belum menjawab sesuai dengan pertanyaan soal

sedangkan pada wawancara yang dilakukan, informan telah mampu melakukan evaluasi sesuai konteks permasalahan. Hal tersebut dapat dilihat pada kutipan jawaban wawancara di atas (I: DH,Q2; I: MN,Q2; I: TL,Q2).

Kemampuan menyimpulkan (inferensi), telah dilakukan informan seperti pada Gambar 4.7. Informan TL menyimpulkan bahwa ilmuwan memiliki kepastian dalam mengemukakan teorinya yang dibuktikan melalui percobaan-percobaannya. Simpulan yang diberikan informan sesuai dengan simpulan yang dipaparkan oleh Ahli seperti yang tercantum pada Lampiran 5. Ketika dilakukan wawancara, informan pun menyimpulkan hal yang serupa. Oleh karena itu, informan telah menggunakan kemampuan inferensinya dalam menyelesaikan permasalahan pada aspek dasar empiris.

Kemudian, setelah mampu melakukan inferensi, informan pastinya perlu memberikan penjelasan yang tepat guna mendukung simpulan yang telah dipaparkan. Berdasarkan kutipan wawancara di atas (I: DH,Q2; I: MN,Q2; I: TL,Q2), informan telah memberikan alasan atas kepastian

ilmuwan dalam mengemukakan teori. Alasan tersebut dapat dipahami dan hampir serupa dengan jawaban ahli (Yulita et al., 2019).

Kemampuan regulasi diri juga sudah dimiliki oleh informan. Informan memberikan konfirmasi terkait jawaban yang telah dipaparkan pada kuesioner ketika wawancara dilakukan. Hasil wawancara, informan memberikan jawaban yang sama dengan jawaban pada kuesioner. Berarti informan telah memiliki kemampuan regulasi diri dalam menjawab permasalahan aspek dasar empiris.

Jawaban-jawaban yang diberikan oleh informan pada saat melakukan wawancara pun memberikan informasi bahwa jawaban tersebut sesuai dengan jawaban Ahli. Aspek dasar empiris menjelaskan bahwa ilmuwan memiliki kepastian atas teori yang dikemukakan, keyakinan tersebut dapat dipercaya sampai ditemukannya teori baru (Yulita et al., 2019). Berdasarkan jawaban yang diberikan pada Lampiran 5, informan DH telah memahami aspek dasar empiris dengan memberikan jawaban sesuai dengan jawaban ahli dan mampu memberikan penjelasan serta bukti

yang tepat, maka informan dapat dikategorikan dalam kategori *Informed*. Namun, informan MN dan TL telah memahami aspek dasar empiris dengan mampu menyebutkan konsep yang digunakan dalam menjawab persoalan, tetapi informan tersebut belum mampu memberikan bukti maupun penjelasan untuk mendukung jawabannya. Oleh karena itu, informan MN dan TL dapat dikategorikan dalam kategori *Electic* dalam memahami aspek dasar empiris.

3. Ragam Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa dalam Menjelaskan Aspek Teori dan Hukum Ilmiah

Aspek teori dan hukum ilmiah meminta informan untuk dapat membedakan teori ilmiah dan hukum ilmiah dan dapat memberikan ilustrasi atau contoh untuk dapat menjelaskan perbedaan tersebut (Yulita et al., 2019). Aspek teori dan hukum ilmiah terdapat pada pertanyaan nomor 3 dalam kuesioner yang telah diberikan. Berdasarkan jawaban Ahli yang tertuang pada lampiran 5, untuk dapat menjawab pertanyaan tersebut diperlukan kemampuan-kemampuan dalam berpikir kritis.

Kemampuan pertama yaitu kemampuan interpretasi, kemampuan dalam memaknai permasalahan yang dipaparkan. Berdasarkan jawaban informan pada kuesioner, informan telah mampu memaknai pertanyaan mengenai aspek teori dan hukum ilmiah. Hal tersebut ditandai dengan jawaban informan mengenai perbedaan teori dan hukum ilmiah. Jawaban tersebut disajikan pada Gambar 4.8.

Ada. Teori bisa saja berubah, bergeser, berkembang dan lain sebagainya. Tapi kalau hukum itu tidak akan bisa berubah karena sudah menjadi sudah hukum artinya sudah tetap. Contohnya hukum termodinamika 1 tidak mungkin berubah. Tapi teori darwin itu masih bisa dikaji ulang dan berubah.

Gambar 4.8 Jawaban TL pada Pertanyaan Kuesioner Nomor 3

Kemampuan analisis dapat dilihat dari kemampuan informan dalam memberikan bukti atau contoh dan dapat menghubungkan bukti-bukti tersebut. Namun, pada kuesioner yang diberikan, informan belum mampu melakukan analisis. Begitu pula pada wawancara yang dilakukan, hanya informan DH yang mampu memberikan contoh dan menghubungkannya dengan jawaban yang

diberikan. Berikut kutipan wawancara yang dilakukan Peneliti dengan Informan DH:

P: “baik. Selanjutnya, menurut saudara apakah fenomena tidak adanya perubahan massa sebelum dan setelah terjadinya reaksi merupakan fenomena yang dapat dibuktikan kebenarannya? Jika iya, bisa berikan alasannya!”

I: “itu bisa dibuktikan karena kan apa namanya suatu benda kan atau suatu materi kan bisa berubah bentuk misal dari padat ke gas atau padat ke cair gitu. Contohnya itukan lilin itu walaupun lilin itu meleleh tapi kalau kita kumpulkan cairan maksudnya yang mencair itu kan sudah kan massanya itu kan tetap sama, kalau dihitung atau ditimbang ulang jadi sebelum benda itu mengalami reaksi, pasti massanya selalu sama jadi itu bisa dibuktikan” (I: DH, Q3)

Selain informan DH, mereka hanya mampu menyebutkan bahwa teori dan hukum ilmiah memiliki perbedaan. Mereka belum mampu memberikan contoh ataupun menghubungkan teori yang sudah ada. Hal tersebut diungkapkan oleh informan pada saat melakukan wawancara. Oleh karena itu, informan tersebut belum menggunakan kemampuan analisisnya dalam menjawab pertanyaan pada nomor 3. Berikut

disajikan kutipan jawaban wawancara yang belum menggunakan kemampuan analisis:

Kalau perbedaan, menurut saya ada tapi kalau disuruh menjelaskan perbedaannya apa, saya sendiri tidak bisa menjelaskan. (I: TL, Q3)

Selanjutnya, kemampuan evaluasi dapat dicapai apabila mahasiswa mampu menyelesaikan persoalan sesuai dengan konteks yang ada. Seperti yang tercantum pada Lampiran 2. Berdasarkan jawaban pada Gambar 4.8, informan TL telah memberikan jawaban atas pertanyaan, tetapi belum sepenuhnya menjawab pertanyaan yang dipertanyakan. Begitupula dengan informan yang lainnya. Setelah melakukan wawancara, informan DH memberikan jawaban lebih detail mengenai aspek teori dan hukum ilmiah. Kesesuaian informan dalam memberikan jawaban dengan pertanyaan yang ada, membuktikan bahwa informan memiliki kemampuan mengevaluasi. Namun, informan lain sudah berusaha menjawab sesuai dengan pertanyaan yang ada, tetapi jawaban yang diberikan belum sesuai dengan konteks permasalahan.

Kemampuan menyimpulkan (inferensi), telah dilakukan informan seperti pada Gambar 4.8.

Informan TL menyimpulkan bahwa ada perbedaan antara teori dan hukum ilmiah. Simpulan yang diberikan informan lainnya pun sesuai dengan simpulan yang dipaparkan oleh Ahli seperti yang tercantum pada Lampiran 5. Ketika dilakukan wawancara, informan pun menyimpulkan hal yang serupa. Oleh karena itu, informan telah menggunakan kemampuan inferensinya dalam menyelesaikan permasalahan pada aspek dasar empiris.

Setelah mampu melakukan inferensi, informan pastinya perlu memberikan penjelasan yang tepat guna mendukung simpulan yang telah dipaparkan. Berdasarkan kutipan wawancara yang dilakukan oleh Peneliti dan Informan DH, informan telah memberikan alasan atas perbedaan teori dan hukum ilmiah serta menjelaskan bukti yang mendukungnya. Alasan tersebut dapat dipahami dan hampir serupa dengan jawaban ahli (Yulita et al., 2019). Namun, informan lainnya belum mampu memberikan alasan yang sesuai dengan yang jawaban ahli. Oleh karena itu, hanya informan DH yang memiliki kemampuan menjelaskan dalam konteks teori dan hukum ilmiah.

Kemampuan regulasi diri juga sudah dimiliki oleh informan. Informan memberikan konfirmasi terkait jawaban yang telah dipaparkan pada kuesioner ketika wawancara dilakukan. Hasil wawancara, informan memberikan jawaban yang sama dengan jawaban pada kuisisioner. Berarti informan telah memiliki kemampuan regulasi diri dalam menjawab permasalahan aspek teori dan hukum ilmiah.

Jawaban-jawaban yang diberikan oleh informan pada saat melakukan wawancara pun memberikan informasi bahwa jawaban tersebut sesuai dengan jawaban Ahli. Aspek teori dan hukum ilmiah menjelaskan mengenai perbedaan teori ilmiah dan hukum ilmiah dengan memberikan ilustrasi atau contoh untuk dapat menjelaskan perbedaan tersebut (Yulita et al., 2019). Berdasarkan jawaban yang diberikan informan pada Lampiran 9, informan DH telah memahami aspek teori dan hukum ilmiah dengan memberikan jawaban sesuai dengan jawaban ahli dan mampu memberikan penjelasan serta bukti yang tepat, maka informan dapat dikategorikan dalam kategori *Informed* dalam memahami konteks teori dan

hukum ilmiah. Namun, informan MN dan TL telah memahami aspek teori dan hukum ilmiah dengan mampu menyebutkan perbedaan antara teori dan hukum ilmiah, tetapi informan tersebut belum mampu memberikan bukti maupun penjelasan untuk mendukung jawabannya. Oleh karena itu, informan MN dan TL dapat dikategorikan dalam kategori *Electic* dalam memahami aspek teori dan hukum ilmiah.

4. Ragam Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa dalam Menjelaskan Aspek Kreativitas

Aspek Kreativitas tercantum pada pertanyaan nomor 4 dan nomor 5 dalam kuisisioner NOS. Pertanyaan nomor 4 membahas mengenai persamaan dan perbedaan antara seni dan sains. Kemudian, pertanyaan nomor 5 membahas mengenai pandangan terkait ilmuwan dalam menggunakan kreativitas dan imajinasi pada proses penyelidikan.

Kemampuan interpretasi, kemampuan dalam memaknai permasalahan yang dipaparkan. Berdasarkan jawaban informan pada kuesioner, informan telah mampu memaknai pertanyaan mengenai aspek kreativitas. Hal tersebut ditandai

dengan jawaban informan mengenai persamaan dan perbedaan seni dengan sains. Jawaban tersebut disajikan pada Gambar 4.9.

Dikatakan serupa karena keduanya ditemukan melalui proses. Sains ada karena ilmuwan menginginkan pembaruan ilmu guna meningkatkan hajat hidup manusia. Sementara seni ditemukan melalui proses penghayatan jiwa yang dituangkan dalam media berupa suara, visual, dan gerakan.

Dikatakan beda karena fokus keduanya berbeda. Sains berfokus untuk mencari apa yang mendasari segala sesuatu terjadi serta dibutuhkan pengamatan yang terstruktur. Sementara seni berfokus untuk mengartikan/menginterpretasikan kejadian dalam media tertentu dan bisa ditemukan tanpa pengamatan terstruktur (melalui hasil imajinasi)

Gambar 4.9 Jawaban DH pada Pertanyaan Kuesioner Nomor 4

Berdasarkan jawaban pada pertanyaan kuesioner, DH mampu memaknai pertanyaan tersebut. DH memberikan jawaban mengenai persamaan dan perbedaan seni dengan sains. Begitupula pada saat melakukan wawancara, DH memberikan tanggapan bahwa ilmuwan menggunakan daya kreativitasnya untuk menyusun hipotesis. Berikut kutipan wawancara

yang dilakukan Peneliti (P) dengan Informan (I: DH):

P: “menurut saudara, apakah ilmuwan menggunakan daya kreativitas dan imajinasi dalam proses melakukan eksperimen?”

I: “iya melakukan. karena suatu hipotesis itu kan terbentuk ya selain dari karena apa namanya hukum atau teori sebelumnya tapi kan para ilmuwan kan memiliki rasa ingin tahu sehingga rasa ingin tahu tersebut dituangkan dalam kreativitas untuk membuat hipotesis dan memperbaiki suatu percobaan” (I: DH, Q5)

Namun, dalam menjawab pertanyaan kusioner informan MN dan TL belum mampu memaknai pertanyaan yang disajikan. Informan MN dan TL hanya memaparkan mengenai salah satu dari persamaan maupun perbedaan dari seni dan sains, tetapi ketika dilakukan wawancara mengenai pendapatnya terkait penggunaan kreativitas ilmuwan dalam melakukan penyelidikan, informan tersebut dapat memaknai pertanyaan yang diajukan dengan memberikan argumen mengenai penggunaan kreativitas ilmuwan dalam melakukan penyelidikan. Jawaban pada kusioner nomor 4 disajikan pada Gambar 4.10.

Sains dan seni menurut saya berbeda. Seni itu tidak ada teorinya semuanya bebas. Tapi kalo sains berdasar pada teori dan fakta.

Gambar 4.10 Jawaban TL pada Pertanyaan
Kuesioner Nomor 4

Kemampuan analisis dapat dilihat dari kemampuan informan dalam memberikan bukti atau contoh dan dapat menghubungkan bukti-bukti tersebut. Namun, pada kuesioner yang diberikan, informan belum mampu melakukan analisis. Namun, pada wawancara yang dilakukan, informan mampu memberikan contoh dan menghubungkannya dengan jawaban yang diberikan. Berikut kutipan jawaban wawancara yang dilakukan Peneliti dengan Informan yang dapat dikategorikan memiliki kemampuan analisis dalam aspek kreativitas:

Contohnya mungkin kita bisa kembali lagi ke pendapat Democritus yang terdahulu itu, pastinya di masa Democritus itu dia nggak punya alat yang canggih yang bisa mengetahui bahwasanya ada partikel kecil yang sangat kecil bernama atom dan Democritus hanya berangan dan berpendapat bahwasanya ya sepertinya ada penyusun suatu materi yang sangat kecil dan itu dinamakan atom atau partikel yang tidak dapat

dibagi lagi, karena hasil pendapat itu kemudian dijadikanlah apa namanya dasar untuk peneliti-peneliti atau ilmuwan di zaman selanjutnya untuk membenarkan, untuk melakukan percobaan apakah pendapat Democritus itu benar. (I: DH, Q5)

Salah satu contohnya yaitu seorang ilmuwan penemu gravitasi, dia melihat apel yang jatuh dari pohon dan dia pasti berpikir, menjalankan imajinasinya dan menjalankan kreativitasnya dan mencari tahu bagaimana bisa apel dari pohon tergantung pada pohon bisa jatuh ke tanah, sehingga bisa menemukan gravitasi. (I: MN, Q5)

Berdasarkan hasil wawancara tersebut, informan telah menggunakan kemampuan analisisnya dalam menyelesaikan permasalahan dalam konteks kreativitas ilmuwan. Namun, berbeda dengan informan TL yang telah memberikan pendapatnya dan menghubungkan jawaban dengan bukti, tetapi jawaban tersebut belum tepat dengan jawaban Ahli yang dipaparkan pada penelitian (Yulita et al., 2019). Jawaban informan dalam kuesioner disajikan pada Gambar 4.11.

Tidak, karena proses penelitian itu ilmiah. Jadi tidak mungkin menggunakan imajinasi apalagi yang belum pasti. Misal investasi orang banyak meninggal setelah divaksin. Imajinasi tidak boleh digunakan, karena ini ilmiah. Jadi harus sesuai prosedur yang seharusnya.

Gambar 4.11 Jawaban TL pada Pertanyaan Kuesioner Nomor 5

Selanjutnya, kemampuan evaluasi dapat dicapai apabila mahasiswa mampu menyelesaikan persoalan sesuai dengan konteks yang ada. Seperti yang tercantum pada Lampiran 2. Berdasarkan jawaban pada Gambar 4.10, informan telah memberikan jawaban atas pertanyaan, tetapi belum sepenuhnya menjawab pertanyaan yang dipertanyakan. Begitupula dengan informan yang lainnya. Setelah melakukan wawancara, informan DH dan MN memberikan jawaban lebih detail mengenai penggunaan kreativitas ilmuwan dalam melakukan penyelidikan. Kesesuaian informan dalam memberikan jawaban dengan pertanyaan yang ada, membuktikan bahwa informan memiliki kemampuan mengevaluasi. Namun, informan TL sudah berusaha menjawab sesuai dengan pertanyaan yang ada, tetapi jawaban yang diberikan belum sesuai dengan konteks

penggunaan kreativitas ilmuwan dalam melakukan penyelidikan (Yulita et al., 2019).

Kemampuan menyimpulkan (inferensi), telah dilakukan informan seperti pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10. Informan menyimpulkan bahwa ada perbedaan dan persamaan antara seni dan sains. Simpulan yang diberikan informan berbeda-beda. Informan DH memberikan simpulan yang hampir sesuai dengan simpulan yang dipaparkan oleh Ahli seperti yang tercantum pada Lampiran 5. Namun, informan lainnya memberikan simpulan yang kurang sesuai. Ketika dilakukan wawancara mengenai penggunaan kreativitas ilmuwan dalam melakukan penyelidikan, hanya 1 informan yang memiliki jawaban berbeda mengenai pandangan tersebut. Jawaban tersebut telah disajikan pada Gambar 4.11. Oleh karena itu, hanya informan DH dan MN yang telah menggunakan kemampuan inferensinya dengan tepat dalam menyelesaikan permasalahan pada aspek kreativitas.

Setelah mampu melakukan inferensi, informan pastinya perlu memberikan penjelasan yang tepat guna mendukung simpulan yang telah dipaparkan. Berdasarkan kutipan wawancara yang

dilakukan oleh Peneliti dan Informan DH (I: DH, Q5), informan telah memberikan alasan atas penggunaan kreativitas ilmuwan dalam melakukan penyelidikan serta menjelaskan bukti/ccontoh yang mendukungnya. Alasan tersebut dapat dipahami dan hampir serupa dengan jawaban ahli (Yulita et al., 2019). Begitu pula pada informan MN yang telah memberikan alasan yang cukup guna mendukung simpulan yang diberikan. Namun, informan TL belum mampu memberikan alasan yang sesuai dengan yang jawaban ahli. Oleh karena itu, hanya informan DH dan MN yang memiliki kemampuan menjelaskan dalam konteks kreativitas.

Kemampuan regulasi diri juga sudah dimiliki oleh informan. Informan memberikan konfirmasi terkait jawaban yang telah dipaparkan pada kuesioner ketika wawancara dilakukan. Hasil wawancara, informan memberikan jawaban yang serupa dengan jawaban pada kuesioner. Informan pun telah berusaha menyelesaikan permasalahan yang diberikan sampai tuntas, walaupun ada beberapa jawaban yang kurang sesuai dengan jawaban yang diberikan oleh ahli. Berarti, dalam

hal ini informan telah mampu menggunakan kemampuan regulasi diri dalam menjawab permasalahan aspek kreativitas.

Jawaban-jawaban yang diberikan oleh informan pada saat melakukan wawancara pun memberikan informasi bahwa jawaban tersebut dapat mengidentifikasi pemahaman NOS. Aspek kreativitas menjelaskan bahwa pengembangan ilmu pengetahuan melibatkan observasi ilmiah, meskipun begitu, dalam mengembangkan ilmu pengetahuan juga melibatkan daya kreativitas dan imajinasi ilmuwan (Lederman et al., 2002). Berdasarkan jawaban yang diberikan informan, informan DH dan MN telah memahami aspek kreativitas dengan memberikan jawaban yang sesuai dengan jawaban ahli dan mampu memberikan penjelasan serta bukti yang tepat, maka informan dapat dikategorikan dalam kategori *Informed* dalam memahami konteks kreativitas. Namun, informan TL belum memahami aspek kreativitas yang digunakan ilmuwan dalam melakukan penyelidikan. Pendapat informan TL dapat disajikan pada Gambar 4.11 dan diperkuat dengan jawaban pada saat melakukan wawancara.

Oleh karena itu, informan TL dapat dikategorikan dalam kategori *Naïve* dalam memahami aspek kreativitas.

5. Ragam Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa dalam Menjelaskan Aspek Subjektivitas dan Sosio-Kultur

Sains sebagai usaha manusia yang dipraktikkan dalam konteks budaya yang luas dan para praktisinya adalah produk dari budaya itu. Selanjutnya, ilmu pengetahuan mempengaruhi dan dipengaruhi oleh berbagai elemen dan bidang intelektual budaya di mana ia hidup. Hal tersebut mempengaruhi subjektivitas ilmuwan dalam sains (Lederman et al., 2002).

Kemampuan interpretasi, kemampuan dalam memaknai permasalahan yang dipaparkan. Berdasarkan jawaban informan pada kuesioner, informan telah mampu memaknai pertanyaan mengenai aspek subjektivitas dan sosio-kultur. Hal tersebut ditandai dengan jawaban informan bahwa hasil pengamatan yang berbeda-beda dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Jawaban tersebut disajikan pada Gambar 4.12.

Resimpulan ilmuwan-ilmuwan berbeda walau sudah melalui eksperimen dan data yang sama karena setiap orang memiliki cara interpretasi yang berbeda. Semua bisa dikatakan benar kalau mereka punya alasan yang kuat dan bukti yang mendukung. Dikatakan salah jika salah satu hanya mengandalkan imajinasi tanpa disertai bukti

Gambar 4.12 Jawaban DH pada Pertanyaan Kuesioner Nomor 6

Begitupula pada saat melakukan wawancara, informan memaknai hal yang sama bahwa adanya subjektivitas ilmuwan dalam melakukan penyelidikan. Oleh karena itu, informan telah memiliki kemampuan dalam melakukan interpretasi.

Kemampuan analisis dapat dilihat dari kemampuan informan dalam memberikan bukti atau contoh dan dapat menghubungkan bukti-bukti tersebut. Namun, pada kuesioner yang diberikan, informan belum mampu melakukan analisis, sedangkan pada wawancara yang dilakukan, informan mampu memberikan contoh dan menghubungkannya dengan jawaban yang diberikan. Berikut kutipan jawaban wawancara yang dilakukan Peneliti dengan Informan yang dapat dikategorikan memiliki kemampuan analisis dalam aspek subjektivitas dan sosio-kultur:

Kalau menurut saya kenapa hasilnya berbeda-beda itu karena mereka itu itu bukannya salah ya tetapi dari mereka itu ada yang kurang teliti kemudian tekniknya kurang benar, kurang tepat sehingga tidak bisa sama hasilnya gitu. ya meskipun tidak sesuai dengan teori yang ada berarti kan salah ya salah dalam artian tidak sesuai dengan teori tetapi juga tidak bisa disalahkan meskipun hasilnya seperti itu karena itu mereka sedang melaporkan atau menyimpulkan sesuai apa yang telah ia lakukan atau apa yang telah ia praktikumkan atau eksperimenkan. (I: TL, Q6)

Dalam sebuah percobaan, ketika kesimpulannya beda-beda itu hal yang sangat wajar karena dalam sebuah percobaan antara satu anak dengan lain anak memiliki hasil yang berbeda-beda ada yang berhasil ada yang gagal dan faktor kegagalannya itu berbeda-beda juga sehingga walaupun misalnya kesimpulannya berbeda itu hal yang sangat wajar. (I: MN, Q6)

Saya rasa hal itu wajar karena kita tahu bahwasanya dalam suatu praktikum memang sudah ada prosedurnya, sudah ada cara kerjanya, sudah ada semacam SOP (standar operasional)nya tetapi di dalam pelaksanaannya setiap praktikan itu kan punya caranya masing-masing melakukan praktikum atau mungkin ada yang dalam apa namanya

pengerjaannya ada yang mungkin kurang teliti atau mungkin dia terlalu banyak menambahkan suatu zat, sehingga atau juga bisa faktor luar dan faktor alat, faktor lingkungan juga makanya hasilnya berbeda kemudian para praktikan pun apa namanya menyimpulkan hal yang berbeda. (I: DH, Q6)

Berdasarkan kutipan jawaban tersebut, didapatkan informasi bahwa informan mampu menghubungkan maupun memberikan contoh sebagai penguat jawaban yang telah diberikan. Oleh karena itu, informan telah memiliki kemampuan analisis dalam konteks subjektivitas dan sosio-kultur.

Selanjutnya, kemampuan evaluasi dapat dicapai apabila mahasiswa mampu menyelesaikan persoalan sesuai dengan konteks yang ada. Berdasarkan jawaban kuisisioner dan wawancara yang telah dilakukan, informan telah mampu menjawab sesuai dengan pertanyaan soal. Informan mampu melakukan evaluasi sesuai konteks permasalahan yaitu mengenai subjektivitas ilmuwan dalam melakukan penyelidikan dan faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan hasil dalam eksperimen.

Hal tersebut dapat dilihat pada kutipan jawaban wawancara di atas (I: TL,Q6; I: MN,Q6; I: DH,Q6).

Kemampuan menyimpulkan (inferensi), telah dilakukan informan seperti pada Gambar 4.12. Informan DH menyimpulkan bahwa dalam penyelidikan, hasil yang didapat terdapat subjektivitas dari ilmuwan itu sendiri. Simpulan yang diberikan informan sesuai dengan simpulan yang dipaparkan oleh Ahli seperti yang tercantum pada Lampiran 5. Ketika dilakukan wawancara, informan pun menyimpulkan hal yang serupa. Oleh karena itu, informan telah menggunakan kemampuan inferensinya dalam menyelesaikan permasalahan pada aspek subjektivitas dan sosio-kultur.

Kemudian, setelah mampu melakukan inferensi, informan pastinya perlu memberikan penjelasan yang tepat guna mendukung simpulan yang telah dipaparkan. Berdasarkan kutipan jawaban wawancara di atas (I: TL,Q6; I: MN,Q6; I: DH,Q6), informan telah memberikan alasan atas subjektivitas *Scientist* dalam melakukan eksperimen. Alasan tersebut dapat dipahami dan hampir serupa dengan jawaban ahli (Yulita et al.,

2019). Oleh karena itu, informan telah memiliki kemampuan inferensi dalam aspek subjektivitas dan sosio-kultur.

Kemampuan regulasi diri juga sudah dimiliki oleh informan. Informan memberikan konfirmasi terkait jawaban yang telah dipaparkan pada kuesioner ketika wawancara dilakukan. Hasil wawancara, informan memberikan jawaban yang sama dengan jawaban pada kuesioner. Informan menyatakan bahwa pada penyelidikan yang dilakukan oleh ilmuwan, terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi. Berarti informan telah memiliki kemampuan regulasi diri dalam menjawab permasalahan aspek subjektivitas dan sosio-kultur.

Jawaban-jawaban yang diberikan oleh informan pada saat melakukan wawancara pun memberikan informasi bahwa jawaban tersebut sesuai dengan jawaban Ahli. Adanya subjektivitas ilmuwan dalam melakukan penyelidikan merupakan hal yang tidak dapat dihindari. Pengembangan ilmu pengetahuan saat itu sangat dipengaruhi oleh teori yang ada dan dipengaruhi oleh berbagai faktor (Yulita et al., 2019).

Berdasarkan jawaban yang diberikan informan pada Lampiran 9, informan telah memahami aspek dasar empiris dengan memberikan jawaban sesuai dengan jawaban ahli dan mampu memberikan penjelasan serta bukti yang tepat, maka informan dapat dikategorikan dalam kategori *Informed* dalam memahami aspek subjektivitas dan sosio-kultur.

C. Keterbatasan Penelitian

Selama melakukan penelitian, peneliti menemukan beberapa kendala yang dapat dijadikan pertimbangan dan catatan bagi peneliti selanjutnya. Pelaksanaan penelitian tidak selalu sesuai dengan apa yang telah direncanakan. Adapun keterbatasan yang dilakukan pada penelitian ini antara lain:

1. Keterbatasan Materi

Penelitian ini dilakukan pada materi *Nature of Science* (NOS) yang telah disesuaikan pada materi kimia dasar, sehingga hasil penelitian ini spesifik dalam mengetahui kemampuan berpikir kritis mahasiswa pendidikan kimia berbasis *Nature of Science*.

2. Keterbatasan Media

Penelitian ini dilakukan di masa pandemi *covid-19*, sehingga membuat ruang gerak peneliti terhambat. Oleh karena itu, pengambilan data dilakukan secara *online* melalui bantuan aplikasi *Google form* dan *Whatsapp*, sehingga peneliti tidak melakukan terjun langsung di lapangan.

3. Keterbatasan Objek Penelitian

Objek penelitian ini hanya dilakukan pada mahasiswa Pendidikan Kimia di UIN Walisongo Semarang yang telah mendapatkan mata kuliah kimia dasar. Oleh karena itu, hasil penelitian ini hanya berlaku pada mahasiswa yang bersangkutan dan tidak berlaku bagi mahasiswa yang lainnya.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Simpulan yang didapat dari penelitian ini adalah kemampuan berpikir kritis yang dimiliki oleh mahasiswa Pendidikan kimia yaitu kemampuan interpretasi, kemampuan inferensi, dan kemampuan regulasi diri, sedangkan kemampuan menjelaskan, kemampuan evaluasi, dan kemampuan analisis mahasiswa masih tergolong sangat rendah. Kemudian pemahaman *Nature of Science* informan DH dapat dikategorikan dalam kategori *Informed*, informan MN dapat dikategorikan dalam kategori *Electic* pada aspek empiris dan aspek teori dan hukum ilmiah, sedangkan informan TL dapat dikategorikan dalam kategori *Electic* pada aspek empiris dan aspek teori dan hukum ilmiah, dan pada aspek kreativitas dikategorikan dalam kategori *Naïve*.

B. Implikasi

Berdasarkan hasil penelitian ini, implikasi secara praktis dan teoritis dapat dipaparkan sebagai berikut:

1. Impikasi Praktis

Hasil penelitian ini dapat dijadikan evaluasi dalam pelaksanaan proses pembelajaran selanjutnya, agar lebih menekankan pembelajaran yang merujuk pada peningkatan kemampuan berpikir kritis berbasis *Nature of Science*.

2. Implikasi Teoritis

Pemahaman mengenai *Nature of Science* dapat mempengaruhi tingkat berpikir mahasiswa. Mahasiswa membutuhkan kemampuan berpikir kritis untuk menyelesaikan persoalan-persoalan ilmiah. Kemampuan berpikir kritis sangat diperlukan oleh mahasiswa untuk meningkatkan *skill* dalam menghadapi abad-21.

C. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan oleh peneliti yaitu diperlukan adanya penelitian lanjutan berupa pengaplikasian *Nature of Science* pada pembelajaran kimia untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa pendidikan kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal. (2014). *Metode Penelitian Kualitatif Sebuah Upaya Mendukung Penggunaan Penelitian Kualitatif Dalam Berbagai Disiplin Ilmu*. Jakarta:PT Raja Grafindo Persada, hlm. 175-176
- Arikunto, Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Allamnakhrah, A. (2013). *Learning Critical Thinking in Saudi Arabia : Student Perceptions of Secondary Pre-Service Teacher Education Programs*. 2(1), 197–210. <https://doi.org/10.5539/jel.v2n1p197>
- Annisa, M., & Listiani. (2017). Pemahaman Aspek-Aspek dalam Hakikat Sains (Nature of Science) oleh Guru Sekolah Dasar di Wilayah 4P (Pedalaman , Perbatasan , Perkotaan , *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 1(4), 241–246.
- Anugraheni, I. (2020). Analisis Kesulitan Mahasiswa dalam Menumbuhkan Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Pemecahan Masalah. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 04(01), 261–267.
- Arfianawati, S., Sudarmin, & Sumarni, W. (2016). Model Pembelajaran Kimia Berbasis Etnosains untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 21(1), 46–51.
- Arini, W., & Juliadi, F. (2018). Analisis Kemampuan Berfikir Kritis Pada Mata Pelajaran Fisika Untuk Pokok Bahasan Kelistrikan dan Penerapannya dalam Kehidupan. *Fisika Indonesia*, 10(1), 1–11. <http://journal.uad.ac.id/index.php/BFI/article/download/9485/4577>
- Boholano, H. B. (2017). *Smart Social Networking: 21st Century Teaching And Learning Skills*. 7(1), 21–29. <https://doi.org/10.17810/2015.45>
- Chen, S. (2006). Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching

- science. *Science Education*, 90(5), 803–819.
<https://doi.org/10.1002/sce.20147>
- Creswell, J. W. (1990). Penelitian Kualitatif & Desain Riset. In *Mycolological Research* (Vol. 94, Issue 4).
- Ennis, R. H. (1989). Critical Thinking and Subject Specificity: Clarification and Needed Research. *Educational Researcher*, 18(3), 4–10.
<https://doi.org/10.3102/0013189X018003004>
- Facione, P. A. (2015). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. 5(1), 1–30.
https://www.researchgate.net/profile/Peter_Facione/publication/251303244_Critical_Thinking_What_It_Is_and_Why_It_Counts/links/5849b49608aed5252bcbe531/Critical-Thinking-What-It-Is-and-Why-It-Counts.pdf
- Hutama, P. B. P., Muslim, Suseno, H., & Wahyono, I. B. (2013). *Distribusi Radionuklida 137cs di Perairan Selat Panaitan – Selatan Garut Pinta*. 2, 221–227.
- Imaduddin, M., & Haryani, S. (2019). Lembar Kerja Directed Activities Related To Texts (DARTS) Bermuatan Multipel Level Representasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Calon Guru Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2254–2267.
- Imran, M. E., & Widodo, A. (2018). Profil Pemahaman Nature of Science (NOS) di Sekolah Dasar. *Jurnal Kajian Pendidikan Dasar*, 3(2), 504–557.
- Irwan. 2018. *Dinamika dan Perubahan Sosial pada Komunitas Lokal*. Yogyakarta: Deepublish
- Johnstone, A. H. (1991). Why is Science Difficult to Learn? Things Are Seldom What They Seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75- 83
- Kartika, N. H., Saputro, S., & Mulyani, S. (2019). Chemistry Module Based on Guided Discovery to Improve Critical Thinking Ability : Development and Trial Results. *Journal of Physics*, 4, 1742–6596. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042016>
- Kurniawati, I. D. (2018). Penerapan Pembelajaran Peer

- Instruction Berbantuan Media Pembelajaran Interaktif untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi: Literasi Digital Pada Era Revolusi Industri 4.0*, 39–43.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Listiani, & Kusuma, A. E. (2017). View of Nature of Science (VNOS) Form B: Sebuah Instrumen untuk Mengetahui Pemahaman Konsep Hakikat Sains Calon Guru di Universitas Borneo Tarakan. *Jurnal Pendidikan Biologi Indoneisa*, 3(1), 45–54.
- Lokollo, L., Hernani, H., & Mudzakir, A. (2019). Pre-service chemistry teacher's view about the nature of science and technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042036>
- McComas, W. F. (2002). *The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies*.
- Mıhladı, G., & Doğan, A. (2014). Science Teachers' Views about NOS and the Place of NOS in Science Teaching. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 3476–3483. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.787>
- Nugrahaeni, A., Redhana, I. W., & Kartawan, I. M. A. (2017). Penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 1(1), 23–29.
- Risti, A. V. (2018). *Penelitian pendidikan* (D. Rahmawati (ed.)). Penerbit Suryacahaya.
- Rosalina, T. (2018). Studi Lintas Budaya: Kemampuan Berpikir Kritis Siswa di Rusia dan Indonesia. *Jurnal Psikologi*, 2(2), 22–30.
- Rostikawati, Y., & Kartiwi, Y. M. (2021). Kemampuan Berpikir

- Kritis Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal-Soal High Order Thinking Skill (HOTS). *Diglosia : Jurnal Pendidikan, Kebahasaan, Dan Kesusastraan Indonesia*, 5(1), 59–68.
- Stephenson, N. S., Miller, I. R., & Sadler-Mcknight, N. P. (2019). Impact of Peer-Led Team Learning and the Science Writing and Workshop Template on the Critical Thinking Skills of First-Year Chemistry Students [Research-article]. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 841–849. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00836>
- Sugiyono. 2017. *Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sumranwanich, W., & Yuenyong, C. (2014). Graduate Students' Concepts of Nature of Science (NOS) and Attitudes toward Teaching NOS. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 2443–2452. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.589>
- Sutamrin, Khadijah, & Khaerani. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis dalam Project Based Learning Aljabar Elementer. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 4(1), 28–41.
- Tabrani., Kurdi, M., & Zahрати. (2018). Model Pembelajaran Team Assissted Indivialization (TAI) dengan Menggunakan Metode Hypnoteaching. *Jurna Pencerahan*, 12(1), 52–90.
- Tiruneh, D. T., Verburgh, A., & Elen, J. (2014). *Effectiveness of Critical Thinking Instruction in Higher Education: A Systematic Review of Intervention Studies*. 4(1). <https://doi.org/10.5539/hes.v4n1p1>
- Widodo, S., Santia, I., & Jatmiko. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Matematika pada Pemecahan Masalah Analisis Real. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 4(2), 279. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v8i2.1947>
- Wijaya, E. Y., Sudjimat, A. D., & Nyoto, A. (2016). Transformasi Pendidikan Abad 21 sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia di Era Global. *Prosiding Seminar*

- Nasional Pendidikan Matematika 2016, 1, 263–278.*
- Wijaya, P. A., & Fitriani. (2021). Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa di Program Studi Pendidikan Akuntansi. *Pendidikan Dan Keguruan, XII(1)*, 52–57.
- Yulita, I., Adriani, N., Fatoni, A., Hermawan, D., & Mudzakir, A. (2019). Identifikasi Pandangan Nature of Science Calon Guru Kimia. *Jurnal Zarah, 7(2)*, 62–73.
- Zubaidah, S. (2010). Berpikir Kritis : Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi yang Dapat Dikembangkan melalui Pembelajaran Sains. *Seminar Nasional Sains 2010*, 1–14.

Lampiran 1

Matriks Penilaian Kualitatif

Fokus Penelitian	Sub Fokus Penelitian	Sumber Data	Metode
Analisis kemampuan berpikir kritis mahasiswa Pendidikan kimia berbasis <i>Nature of Science</i> .	Kemampuan Berpikir Kritis berkonteks pada bahasan <i>Nature of Science</i> , yang meliputi aspek tentativitas, aspek dasar empiris, aspek, hokum dan teori ilmiah, aspek kreativitas,	Mahasiswa Pendidikan kimia semester 3, 5, dan 7	1. Kuisisioner berbasis <i>Nature of Science</i> 2. Wawancara

	dan aspek subjektivitas dan sosio-kultur		
--	--	--	--

Lampiran 2

Kisi-kisi Instrumen *Nature of Science* (NOS)

Aspek Berpikir Kritis	Deskripsi Aspek Berpikir Kritis	No. Soal	Indikator
Interpretasi (IP)	Mahasiswa mampu mengungkapkan dan memahami makna dari data yang disajikan.	1, 2, 3, 4, 5, 6	<p>4. Mampu menentukan konsep yang digunakan dalam menyelesaikan masalah.</p> <p>5. Mampu menggambarkan permasalahan yang diberikan.</p> <p>6. Mampu menuliskan makna permasalahan dengan jelas</p>

			dan tepat.
Analisis (AN)	Mahasiswa mampu mengidentifikasi maksud dan dapat menghubungkan berbagai informasi untuk menyelesaikan suatu masalah.	1, 2, 3, 5, 6	3. Mampu menuliskan hubungan konsep-konsep dalam suatu masalah yang diberikan. 4. Mampu menentukan suatu tindakan yang akan dilakukan dalam menyelesaikan masalah.
Evaluasi (EV)	Mahasiswa mampu menilai kredibilitas pernyataan atau sumber informasi lain.	1, 2, 3, 4, 5, 6	3. Mampu menuliskan penyelesaian masalah sesuai konteks yang ada. 4. Mampu

			menentukan kredibilitas sumber informasi.
Inferensi (IF)	Mahasiswa dapat memilih argumen yang logis.	1, 2, 3, 4, 5, 6	3. Mampu membuat kesimpulan dari apa yang ditanyakan secara logis. 4. Mampu menduga alternatif lain.
Penjelasan (P)	Mahasiswa mampu menyatakan atau membenarkan suatu alasan dengan memberikan bukti.	1, 2, 3, 4, 5, 6	3. Mampu menuliskan hasil akhir. 4. Mampu memberikan alasan tentang kesimpulan yang diambil.
Regulasi Diri (R)	Mahasiswa mampu	3, 6	3. Mampu mengulang

	<p>mengonfirmasi atau mengoreksi alasan yang telah diberikan.</p>		<p>atau memberikan konfirmasi terhadap jawaban yang diberikan atau dituliskan.</p> <p>4. Mampu menyelesaikan jawaban hingga tuntas pada pertanyaan yang diberikan.</p>
--	---	--	--

Sumber : Indikator Kemampuan Berpikir Kritis (Facione, 2015)

Lampiran 3 Surat Keterangan Izin Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id. Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.3639/Un.10.8/D1/SP.01.08/09/2021 Semarang, 23 September 2021
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Ketua Prodi Pendidikan Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : R. Krisna Dara Alifa Zulfirman
NIM : 1708076029
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Kimia.

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut diijinkan melaksanakan Riset di instansi yang Bapak/Ibu pimpin.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Lampiran 4

Lembar Kuesioner Berpikir Kritis Mahasiswa Berbasis *Nature Of Science*

Nama :
NIM :
Kelas :
Jumlah Soal : 6 Soal
Pokok Bahasan : Hakikat Sains

Petunjuk Pengerjaan Soal

1. Bacalah Doa sebelum mengerjakan soal
2. Tulislah identitas dengan lengkap dan benar
3. Bacalah soal dengan baik dan teliti
4. Tulislah jawaban Anda pada lembar jawab yang disediakan
5. Hasil pengisian soal ini tidak berdampak pada apapun dan hanya dipergunakan untuk penelitian.

PERTANYAAN

1. Setelah para ilmuwan menghasilkan sebuah teori (misalnya, teori atom, teori molekul kinetik), apakah teori tersebut pernah berubah? Jika Saudara percaya bahwa teori-teori tersebut tidak berubah, jelaskan mengapa dan pertahankan jawaban Saudara dengan

menyertakan contoh. Dan jika Saudara percaya sebaliknya, bahwa teori-teori tersebut berubah, maka : (a) Jelaskan mengapa, dan (b) jika demikian mengapa kita harus repot-repot mengajar dan belajar teori-teori ilmiah?

2. Buku-buku sains kerap memaparkan bahwa atom merupakan inti pusat yang terdiri dari partikel bermuatan positif (proton) dan partikel netral (neutron) dengan partikel bermuatan negatif (elektron) yang mengorbit terhadap inti. Menurut Saudara, seberapa pasti ilmuwan mengungkapkan gagasan mengenai struktur atom tersebut? Apa bukti spesifik yang digunakan para ilmuwan untuk menentukan struktur atom?
3. Menurut Saudara, apakah ada perbedaan antara teori ilmiah dan hukum ilmiah? Berikan contoh untuk mengilustrasikan jawaban Saudara.
4. Bagaimana Sains dan seni dikatakan serupa? Dan bagaimana juga mereka dikatakan berbeda?
5. Ilmuwan melakukan eksperimen/investigasi ketika mencoba menyelesaikan masalah. Selain dari tahap

perencanaan dan desain, apakah para ilmuwan menggunakan kreativitas dan imajinasi mereka dalam proses melakukan eksperimen / penyelidikan ini? Mohon jelaskan jawaban Saudara dan berikan contoh yang sesuai!

6. Baru-baru ini, para ilmuwan memiliki perbedaan pendapat yang mencolok tentang nasib akhir alam semesta. Beberapa ilmuwan percaya alam semesta mengalami perluasan, sementara yang lain, percaya bahwa alam semesta ini menyusut, dan ada pula yang percaya bahwa alam semesta tetap dalam keadaan statis tanpa perluasan ataupun penyusutan. Menurut Saudara, bagaimana kesimpulan yang berbeda ini bisa terjadi, jika semua ilmuwan melihat eksperimen dan data yang sama?

Sumber : (Lederman et al., 2002)

Lampiran 5

Jawaban Kuesioner Berdasarkan Pandangan Ahli

1. Teori-teori sains selalu berubah dan berkembang. (a) Karena teori sains mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Perkembangan teori-teori ilmiah senantiasa mengalami perubahan menyesuaikan dengan hasil penemuan yang baru atau bukti ilmiah terbaru. (b) Secara basic nya, teori relatif tak mengalami perubahan, akan tetapi secara substantif mengalami penyempurnaan, sehingga konsep tentang atom makin jelas, lengkap dan detail. Dengan perubahan tersebut teori yang dihasilkan semakin kuat, semakin kuat pula kedudukannya dalam ilmu pengetahuan. Contoh pada teori atom, awalnya, atom terdiri dari proton dan elektron yang tersebar merata pada permukaanya. Pada perkembangan ilmu selanjutnya, ternyata proton dan elektron ditengah, sementara elektron mengelilingi dengan aturan aturan tertentu. (Tentativitas)
2. Sampai saat ini, ilmuwan yakin dengan teori tersebut, sampai nanti ditemukan teori terbaru yang dapat membantah teori lama. Para ilmuan menyakini struktur

atom tersebut didasarkan hasil percobaan Rutherford dengan penembakan partikel alpha pada lempeng tipis emas. Rutherford menyimpulkan bahwa dalam atom yang sebagian besar merupakan ruang kosong terdapat inti yang padat pejal dan masif bermuatan positif yang disebut sebagai inti atom; dan elektron-elektron bermuatan negatif yang mengitari inti atom. Bukti lain bisa digunakan jumlah massa atom dan nomor atom yang menunjukkan adanya renik neutron pada inti disamping proton. Adanya elektron dengan jumlah tertentu dapat juga dibuktikan melalui reaksi-reaksi yang melibatkan elektron valensi dan ini bisa dijelaskan juga menggunakan tabel periodik unsur dan teori-teori pendukungnya. (Empirical basic)

3. Ya, terdapat perbedaan antara teori ilmiah dan hukum ilmiah. Hukum ilmiah menjelaskan terjadinya suatu fenomena, sedangkan teori menjelaskan mengapa fenomena itu bisa terjadi. Contoh hukum kekekalan massa bisa menjelaskan fenomena tidak berubahnya total massa sebelum dan setelah reaksi tetapi tidak bisa menjelaskan mengapa massanya tetap. Ini dijelaskan oleh teori- teori kimia seperti teori valensi dan lainnya. Teori merupakan pandangan atau gagasan ilmuwan. Teori adalah pandangan yang masih bersifat umum dan belum bisa diperiksa

kebenarannya secara empiris. Contoh dalam film startrex, dulu, beberapa puluh tahun lalu orang punya gagasan dapat berbicara dengan lawan bicara dan melihatnya. Kalau kita lihat film-film kartun zaman dahulu, seperti mutahil waktu itu. Para ilmuwan hanya memiliki teori pada waktu itu, sekarang, dapat terbukti dengan adanya video call menggunakan smartphone. Contoh lain, teori fisis untuk bom nuklir juga baru diujicobakan puluhan tahun setelah dikemukakan oleh ilmuwan Albert Einstein. (Teori dan Hukum)

4. Sains dan seni sama-sama berperan penting dalam membentuk peradaban, mengasah daya kreativitas, kemampuan analisis dan sintesis. Keduanya berlandaskan proses yang sama, yaitu pengembangan daya, kreatifitas, imajinasi, dan kemampuan sintesis. Walaupun karya yang dihasilkan berbeda, daya kreatif seorang saintis menerjemahkan konsep alam sama halnya dengan seorang seniman yang menghasilkan lukisan ataupun lagu. Perbedaanannya adalah pada jenis produk karya yang dihasilkan oleh sains dan seni. Daya kreatif seorang saintis menerjemahkan konsep alam menghasilkan karya berupa teori dan hukum sains, dan seorang seniman yang

menghasilkan karya lukisan, lagu, ataupun novel.
(kreativitas dan imajinasi)

5. Ya, dalam proses pembuktian hipotesis dan pencarian kebenaran, seorang saintis disamping menyusun rencana dan menggunakan metode ilmiah juga menggunakan daya kreatif, imajinasi dan analisis dan sintesisnya. Imajinasi berguna untuk meramalkan, menata ulang suatu teori untuk dibuktikan kebenarannya secara empiris. Kreativitas dan imajinasi diperlukan dalam melakukan pemecahan masalah dalam konteks di dunia nyata. Contoh saja, mungkin banyak orang yang sering kejatuhan buah kecil dari pohon ketika ada di bawahnya, tetapi hanya Newton yang memikirkannya dan dapat menggunakannya menjadi dasar teori gravitasi. Suatu ketika Jabir Ibnu Hayyan tidak sengaja menumpahkan larutan cuka ke dalam ember, berisi air. Beliau berimajinasi bagaimana memisahkan kembali cuka dari air tersebut. Muncullah ide melakukan proses destilasi. (kreativitas dan imajinasi)
6. Perbedaan itu terjadi disebabkan oleh teori-teori yg digunakan sebagai dasar. Saintis yang menyatakan alam ini dinamis dan mengembang didasarkan pada teori Big Bang. Bukti teori Big Bang adalah adanya temuan objek di alam

semesta semakin menjauh. Hal ini menandakan adanya pengembangan dari suatu titik dimasa lalu. Sedangkan saintis yang mengatakan alam ini statis didasarkan pada teori steady state yg mengatakan bahwa alam ini menjaga kepadatan rata-rata secara konstan. Menurut teori ini alam semesta tak ada awal dan tak ada akhirnya. Teori-teori tentang alam semesta ini sulit diverifikasi karena waktunya sudah sangat panjang. Adanya pengamatan terhadap data yang sama, tetapi menghasilkan kesimpulan yang berbeda, bisa terjadi karena: (i) kesalahan pengambilan kesimpulan dari pengamatan eksperimen; atau (ii) adanya subjektivitas dari pengamat terhadap data hasil eksperimen tersebut. (subjektivitas dan sosial)

Sumber : (Yulita et al., 2019)

Lampiran 6

**Matriks Hasil Tes Kemampuan Berpikir Kritis
Berbasis *Nature of Science* (NOS)**

Kode Informan	Indikator					
	IP	AN	EV	IF	P	R
DH001				v	v	
DH002				v		
DH003	v		v	v	v	
DH004	v		v	v	v	
DH005					v	
DH006	v		v	v	v	
MN001	v			v		
MN002				v		
MN003	v			v	v	
MN004				v	v	
MN005				v		
MN006	v		v	v		
TL001				v	v	
TL002				v		
TL003	v		v	v	v	
TL004				v		
TL005				v	v	
TL006	v		v	v		

Keterangan :

IP : Interpretasi

AN : Analisis

EV : Evaluasi

IF : Inferensi

P : Penjelasan

R : Regulasi Diri

Lampiran 7

**Ragam Jawaban Mahasiswa pada Kuesioner Berpikir
Kritis Berbasis *Nature of Science***

No. Soal	Kode Informasi	Jawaban Mahasiswa
1.	TL	<p>Menurut saya teori tidak bisa berubah tapi bisa untuk dikembangkan dan disempurnakan lagi. Mengajar dan belajar teori ilmiah tentu sangat penting agar generasi penerus juga mengetahui tentang teori-teori ilmuwan terdahulu sehingga bisa jadi generasi penerus yang mengembangkan teori tersebut dan menyempurnakannya. Karena masih banyak pengetahuan yang belum terungkap oleh manusia.</p>
	MN	<p>Teori tersebut tidak berubah namun berkembang karena setiap perkembangan zaman ditemukan teori yang lebih masuk akal sehingga seiring perkembangan zaman teori atom juga berkembang.</p>

	DH	<p>a) Teori dapat berubah seiring dengan ditemukannya penemuan baru. Para ilmuwan melakukan pembaruan teori untuk mencari pengetahuan atau memperbaiki penemuan Sebelumnya.</p> <p>b) alasan kenapa harus belajar teori sebelum sebelumnya adalah untuk mengetahui alur kerangka berpikir dalam mengembangkan teori baru.</p>
2.	TL	<p>Pasti karena mereka sudah melalui proses panjang melalui percobaan dan itu dalam jangka waktu yang sangat panjang dan lama. Bukti nya ya dari percobaan yang sudah dilakukan.</p>
	MN	<p>95% pasti. Bukti spesifiknya sebuah partikel terdiri atas proton elektron dan neutron adalah terjadinya kestabilan atom dengan adanya komponen tersebut.</p>
	DH	<p>Sudah lumayan spesifik namun belum bisa dikatakan akurat 100%.</p> <p>Bukti spesifik yaitu ilmuwan sudah mengelompokkan kulit pada elektron serta sub kulit pada elektron</p>

3.	TL	Ada. Teori bisa saja berubah, bergeser, berkembang dan lain sebagainya. Tapi kalau hukum itu tidak akan bisa berubah karena sudah menjadi sudah hukum artinya sudah tetap. Contohnya hukum termodinamika 1 tidak mungkin berubah. Tapi teori darwin itu masih bisa dikaji ulang dan berubah.
	MN	Antara teori ilmiah dengan hukum ilmiah tentu saja memiliki perbedaan. Pengujian teori dan hukum pun berbeda. Suatu teori dapat diterima dengan penjelasan yang masuk akal. Sedangkan hukum dapat diterima ketika dapat menunjukkan bukti secara nyata.
	DH	Teori ilmiah diibaratkan sebagai dasar untuk menemukan hukum ilmiah. Untuk menemukan hukum ilmiah diperlukan teori berupa hipotesis dan kerangka. Kemudahan hipotesis diuji dan jika ditemukan hasil yang akurat serta presisi, maka hasil tersebut bisa menjadi hukum ilmiah
4.	TL	Sains dan seni menurut saya berbeda. Seni itu tidak ada teorinya semuanya bebas. Tapi kalo sains berdasar pada teori dan fakta.

	MN	<p>Sains dan seni merupakan hal serupa karena memerlukan kreatifitas dan imajinasi yang Tinggi. Ketika seseorang menciptakan karya seni, oang tersebut harus mengandalkan ima,jinasinya untuk menuangkan pada karya seninya. Serupa halnya dengan sains. Ketika sedang meneliti sesuatu, seorang saintis harus mengandalkan ima,jinasinya untuk bisa manjalankan penelitiannya.</p>
	DH	<p>Dikatakan serupa karena keduanya ditemukan melalui proses. Sains ada karena ilmuwan menginginkan pembaruan ilmu guna meningkatkan hajat hidup manusia. Sementara seni ditemukan melalui proses penghayatan jiwa yang dituangkan dalam media berupa suara, visual, dan gerakan.</p> <p>Dikatakan beda karena fokus keduanya berbeda. Sains berfokus untuk mencari apa yang mendasari segala sesuatu terjadi serta dibutuhkan pengamatan yang terstruktur. Sementara seni berfokus untuk mengartikan/menginterpretasikan kejadian dalam media tertentu dan bisa ditemukan tanpa pengamatan terstruktur (melalui hasil ima,jinasi)</p>
5.	TL	<p>Tidak, karena proses penelitian itu ilmiah. Jadi tidak mungkin menggunakan ima,jinasi apalagi yang belum pasti. Misal investasi orang banyak meninggal setelah divaksin. Ima,jinasi Tidak boleh digunakan, karena ini ilmiah. Jadi harys sesuai prosedur yang seharusnya.</p>

	MN	Iya, karena imajinasi sangat berpengaruh terhadap eksperimen yang dilakukan.
	DH	Imajinasi bisa saja digunakan. Namun ini tidak bisa digunakan sebagai acuan utama. Imajinasi hanya gambaran. Dan jika temuan akhirnya sama seperti imajinasi maka hal tersebut hanya acuan Tambahan
6.	TL	Kemungkinan karena dilihat dari pandangan yang berbeda-beda sehingga data yang dihasilkan juga berbeda. Karena objek dan subjek penelitian sangat luas.
	MN	karena imajinasi dari seorang ilmuwan berbeda-beda walau pun datanya sama. Selain itu, karena belum ada pengukuran secara pasti yang menyatakan bahwa bumi mengalami penyusutan, perluasan, atau pun tetap.
	DH	Kesimpulan ilmuwan-ilmuwan berbeda walau sudah melalui eksperimen dan data yang sama karena setiap orang memiliki cara interpretasi yang berbeda. Semua bisa dikatakan benar kalau mereka punya alasan yang kuat dan bukti yang mendukung. Dikatakan salah jika salah satu hanya mengandalkan imajinasi tanpa disertai bukti

Lampiran 8

Pedoman Wawancara
Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa
Pendidikan Kimia Berbasis *Nature of Science* (NOS)

No. Soal	Kode Infomasi	Indikator Ketercapaian	Pertanyaan
1.	DH001, MN001, TL001	Regulasi diri	Menurut saudara apakah teori dapat berubah?
	DH001, MN001, TL001	Penjelasan	Mengapa teori dapat berubah? (penjelasan)
	DH001	Interpretasi	Berdasarkan jawaban saudara bahwa teori berubah seiring dengan ditemukannya penemuan baru , adakah Contoh konsep/teori kimia yang mendasari jawaban saudara?
	MN001		Berdasarkan jawaban saudara bahwa teori dapat berkembang seiring

			berkembangnya zaman, adakah Contoh konsep/teori kimia yang mendasari jawaban saudara?
	TL001		Berdasarkan jawaban saudara bahwa teori dapat dikembangkan, adakah Contoh konsep/teori kimia yang mendasari jawaban saudara?
	DH001, MN001, TL001	Analisis	Bagaimana perkembangan teori atom?
2.	DH002	Regulasi Diri dan Interpretasi	Pada soal nomor 2, saudara mengatakan bahwa Bukti spesifik ilmuwan menentukan struktur atom yaitu dengan mengelompokkan kulit pada elektron serta sub kulit pada elektron. Apa yang mendasari pernyataan saudara?

	MN002		Mengapa saudara bisa yakin memberikan jawaban 95% atas kepastian ilmuwan mengungkap gagasan mengenai struktur atom? Apa yang mendasari jawaban saudara?
	DH002	Analisis dan Inferensi	Apakah ada bukti lain yang saudara ketahui mengenai penentuan struktur atom?
	MN002		<p>Bukti spesifiknya sebuah partikel terdiri atas proton elektron dan neutron adalah terjadinya kestabilan atom dengan adanya komponen tersebut.</p> <p>Berdasarkan jawaban saudara, apakah ada penelitian yang saudara ketahui mengenai proton elektron dan neutron?</p>

	TL002		<p>Pasti karena mereka sudah melalui proses panjang melalui percobaan.</p> <p>Berdasarkan jawaban saudara, apakah ada penelitian yang saudara ketahui mengenai proton elektron dan neutron?</p>
3.	DH003, MN003, TL003	Inferensi dan Interpretasi	Menurut saudara, apakah Fenomena tidak adanya perubahan massa sebelum dan setelah terjadinya reaksi merupakan fenomena yang dapat dibuktikan kebenarannya?
	DH003, MN003, TL003	Penjelasan	Bisa berikan alasannya?
	DH003, MN003, TL003	Analisis	Menurut saudara, apakah ada teori yang mendukung hukum kekekalan massa?
	DH003,	Regulasi Diri	Menurut saudara, apakah

	MN003, TL003		ada perbedaan antara hukum ilmiah dan teori ilmiah?
4-5	DH045, MN045, TL045	Regulasi Diri, Interpretasi, Evaluasi, Inferensi	Menurut saudara, apakah ilmuwan menggunakan daya kreativitas dan imajinasi mereka dalam proses melakukan eksperimen / penyelidikan?
	MN045, DH045	Analisis	Dapatkah saudara memberikan contoh penggunaan kreativitas atau imajinasi ilmuwan dalam proses penyelidikan atau eksperimen?
6.	DH006, MN006, TL006	Regulasi Diri, Interpretasi, Evaluasi, Inferensi	Jika dalam melakukan eksperimen di laboratorium, setiap praktikan mendapatkan dan menyimpulkan hasil yang berbeda-beda, bagaimana pendapat saudara sebagai pengajar kimia mengenai hal

			tersebut?
	DH006, MN006, TL006	Analisis	Apa faktor yang menyebabkan hal tersebut?

Lampiran 9

Transkrip Hasil Wawancara Mahasiswa

1. Kode Subjek : DH
Waktu : 19 September 2021
Melalui : *WhatsApp*

Keterangan : P = Peneliti, I = Informan

P: “menurut saudara apakah teori itu dapat berubah?”

I: “teori dapat berubah karena pembelajaran adalah sebuah konstruksi atau hasil perbaikan dari teori sebelumnya”

P: “baik, saudara menjawab bahwa teori dapat berubah. Saudara bisa sebutkan contoh konsep atau teori kimia yang mendasari jawaban tersebut?”

I: “ada. contohnya kan teori perkembangan atom ya. Kita tahu sendiri dulu waktu apa namanya yang pertama sekali itu dari Democritus yang apa namanya ada benda atau partikel kecil kemudian Dalton melengkapinya dengan benda itu seperti bola pejal. Namun semakin lama semakin berkembang hingga sekarang ada teori mekanika kuantum yang mana ternyata atom itu di dalamnya

nggak hanya sekadar bola pejal tapi atom ada elektron dan neutron, ada proton yang ada dalam atom tersebut”

- P: “oke masih di teori atom ya, tadi kan saudara juga nyebutin bahwa teori atom ditemukan juga kayak pengembangan, dari yang tadinya belum diketahui ada kulitnya terus sampai diketahui ada proton, neutron, elektron gitu. Menurut saudara adakah bukti atau eksperimen ilmuwan tentang adanya elektron, neutron, proton?”
- I: “ada. Ada pengembangannya, kan itu kan hasil dari pengembangan misalkan kalau elektron ini kan ditemukan oleh Thomson ya. Thomson waktu itu menggunakan percobaan tabung kaca, kemudian dilihat apa pengaruh sinar katoda, terus proton juga di sini juga apa namanya adalah percobaan tambahan itu maksudnya melengkapi dari percobaan sebelumnya yaitu percobaan untuk mempelajari partikel positif. Kemudian inti atom juga apa namanya untuk penemuan inti atom ini ada percobaan perkembangan lagi dari Rutherford yang menggunakan hamburan sinar alfa oleh lempeng emas “

- P: “baik. Selanjutnya, menurut saudara apakah fenomena tidak adanya perubahan massa sebelum dan setelah terjadinya reaksi merupakan fenomena yang dapat dibuktikan kebenarannya? Jika iya, bisa berikan alasannya!”
- I: “itu bisa dibuktikan karena kan apa namanya suatu benda kan atau suatu materi kan bisa berubah bentuk misal dari padat ke gas atau padat ke cair gitu. Contohnya itukan lilin itu walaupun lilin itu meleleh tapi kalau kita kumpulkan cairan maksudnya yang mencair itu kan sudah kan massanya itu kan tetap sama, kalau dihitung atau ditimbang ulang jadi sebelum benda itu mengalami reaksi, pasti massanya selalu sama jadi itu bisa dibuktikan”
- P: “mungkin kita tau itu bunyi hukum kekekalan massa. Menurut saudara, hukum kekekalan massa yang sudah ditetapkan apakah ada teori yang mendukung hukum tersebut?”
- I: “pastinya hukum ini tidak berdiri sendiri. Karena sebelum ada hukum ini, pasti ada teori atau hukum lain atau hipotesis lain dari ilmuwan lain yang mendasari atau apa ya yang menjadi dasar untuk

perbaikan. Kemudian terciptalah hukum tersebut, hukum kekekalan massa”

P: “menurut saudara apakah ada perbedaan antara hukum ilmiah dan teori ilmiah?”

I: “teori ilmiah dan hukum ilmiah itu pasti berbeda”

P: “bisa jelaskan enggak sedikit tentang perbedaan antara hukum ilmiah dan teori ilmiah?”

I: “hukum ilmiah itu kan hasil dari percobaan, jadi hukum ini nggak tercipta sendiri, karena para peneliti atau para ilmuwan ini kan mereka melakukan percobaan membuat hipotesis. Setelah hipotesis dan percobaan ini terbukti benar atau mungkin dihasilkan suatu persamaan atau mungkin hal-hal yang konkrit dan akurat, maka hukum ini kemudian menjadi dasar untuk mengembangkan suatu ilmu pengetahuan. Kalau teori itu mungkin lebih ke hal yang bisa mendukung, bagaimana suatu hipotesis bisa berjalan atau bisa ditentukan cara percobaannya untuk mencari hukum ilmiah”

P: “menurut saudara, apakah ilmuwan menggunakan daya kreativitas dan imajinasi dalam proses melakukan eksperimen?”

- I: “iya melakukan. karena suatu hipotesis itu kan terbentuk ya selain dari karena apa namanya hukum atau teori sebelumnya tapi kan para ilmuwan kan memiliki rasa ingin tahu sehingga rasa ingin tahu tersebut dituangkan dalam kreativitas untuk membuat hipotesis dan memperbaiki suatu percobaan”
- P: “bisakah saudara kasih contoh dari penggunaan kreativitas atau imajinasi ilmuwan ketika melakukan eksperimen ataupun penyelidikan?”
- I: “contohnya mungkin kita bisa kembali lagi ke pendapat Democritus yang terdahulu itu, pastinya di masa demokratis itu dia nggak punya alat yang canggih yang bisa mengetahui bahwasanya ada partikel kecil yang sangat kecil bernama atom dan Democritus hanya berangan dan berpendapat bahwasanya ya sepertinya ada penyusun suatu materi yang sangat kecil dan itu dinamakan atom atau partikel yang tidak dapat dibagi lagi, karena hasil pendapat itu kemudian dijadikan lah apa namanya dasar untuk peneliti-peneliti atau ilmuwan di zaman selanjutnya untuk membenarkan, untuk melakukan percobaan apakah pendapat Democritus itu benar”

- P: “baik. Selanjutnya, jika dalam melakukan eksperimen di laboratorium setiap praktikan mendapatkan ataupun menyimpulkan hasil yang berbeda-beda, bagaimana pendapat saudara sebagai pengajar kimia mengenai hal tersebut apakah hal itu wajar atau bagaimana?”
- I: “saya rasa hal itu wajar karena kita tahu bahwasanya dalam suatu praktikum memang sudah ada prosedurnya, sudah ada cara kerjanya, sudah ada semacam SOP (standar operasional)nya tetapi di dalam pelaksanaannya setiap praktikan itu kan punya caranya masing-masing melakukan praktikum atau mungkin ada yang dalam apa namanya pengerjaannya ada yang mungkin kurang teliti atau mungkin dia terlalu banyak menambahkan suatu zat, sehingga atau juga bisa faktor luar dan faktor alat, faktor lingkungan juga makanya hasilnya berbeda kemudian para praktikan pun apa namanya menyimpulkan hal yang berbeda”

2. Kode Subjek : MN
Waktu : 20 September 2021
Melalui : *WhatsApp*

Keterangan : P = Peneliti, I = Informan

- P: “menurut saudara apakah teori dapat berubah”
- I: “menurut saya teori itu sebenarnya tidak berubah namun selalu berkembang sesuai dengan perkembangan zaman dan pasti ada teori-teori baru yang bisa apa yang bisa melengkapi dari teori lama seperti itu”
- P: “apakah saudara bisa memberikan contoh konsep atau teori kimia yang mendasari jawaban saudara?”
- I: “contohnya itu pada teori atom seperti yang kita tahu bahwa teori atom itu dari tahun ke tahun itu mengalami perkembangan, jadi seperti awalnya itu berbentuk seperti ini dari ilmuwan ini kemudian ditemukan kembali oleh ilmuwan lain dan memiliki bentuk yang berbeda dan seterusnya seperti itu”
- P: “oke. pada nomor 2 (dalam kuisisioner) saudara memberikan jawaban 95% atas kepastian ilmuwan atau keyakinan ilmuwan dalam mengungkapkan gagasan mengenai struktur atom. Apa sih yang mendasari jawaban saudara?”

- I: “kalau dari pandangan saya gagasan dari ilmuwan itu 95% karena ilmuwan itu sudah menelitinya itu dengan cara yang sangat serius dan melalui tahapan yang sangat sulit untuk menemukan itu untuk menemukan struktur atom yang mereka teliti itu, jadi saya yakin bahwa gagasan mereka itu 95% itu terpercaya dan 5% nya itu mungkin sisa untuk diujikan dan disosialisasikan untuk diterima sebagai teori, mungkin seperti itu”
- P: “berdasarkan jawaban tadi apakah saudara bisa memberikan contoh ataupun bukti dari eksperimen ataupun penelitian dari ilmuwan tersebut yang meneliti tentang struktur atom ataupun komponen-komponen di dalam atom?”
- I: “contoh penelitian yaitu pada Rutherford yang menembakkan sinar”
- P: “oke kita lanjut ke pertanyaan selanjutnya menurut saudara apakah fenomena tidak adanya perubahan massa sebelum dan setelah terjadinya reaksi merupakan fenomena yang dapat dijadikan kebenarannya? jika iya berikan alasannya”
- I: “fenomena tersebut bisa dibuktikan kebenarannya melalui sebuah percobaan”

- P: “apakah saudara bisa menyebutkan fenomena tersebut didukung oleh hukum ataupun teori apa di dalam kimia?”
- I: “salah satu contohnya mungkin pada hukum termodinamika”
- P: “baik. Selanjutnya menurut saudara apakah ada perbedaan antara hukum ilmiah dan teori ilmiah”
- I: “hukum memiliki perbedaan yaitu terletak pada ketentuannya bahwa hukum itu ketika ditetapkan sebagai hukum maka itu tidak akan berubah tetapi menjadi suatu patokan, suatu pedoman, sedangkan teori itu dalam perkembangan zaman itu bisa selalu berkembang dengan adanya penemuan-penemuan ilmiah yang baru”
- P: “selanjutnya menurut saudara apakah ilmuwan menggunakan daya kreativitas dan imajinasi mereka dalam proses melakukan eksperimen ataupun penyelidikannya?”
- I: “iya tentu saja ilmuwan menggunakan kreativitas dan imajinasinya dalam melakukan sebuah penelitian atau eksperimen, karena mereka juga dalam menemukan, dalam mencoba menemukan hal baru pasti mereka sangat membutuhkan

imajinasi-imajinasi mereka untuk bisa mengekspresikannya”

- P: “bisakah saudara memberikan contoh penggunaan kreativitas ataupun imajinasi ilmuwan ketika melakukan suatu eksperimen?”
- I: “salah satu contohnya yaitu seorang ilmuwan penemu gravitasi, dia melihat apel yang jatuh dari pohon dan dia pasti berpikir, menjalankan imajinasinya dan menjalankan kreativitasnya dan mencari tahu bagaimana bisa apel dari pohon tergantung pada pohon bisa jatuh ke tanah, sehingga bisa menemukan gravitasi”
- P: “jika dalam melakukan eksperimen di laboratorium, setiap praktikan mendapatkan ataupun menyimpulkan hasil yang berbeda-beda, bagaimana pendapat saudara sebagai pengajar kimia mengenai hal tersebut?”
- I: “dalam sebuah percobaan, ketika kesimpulannya beda-beda itu hal yang sangat wajar karena dalam sebuah percobaan antara satu anak dengan lain anak memiliki hasil yang berbeda-beda ada yang berhasil ada yang gagal dan faktor kegagalannya itu berbeda-beda juga sehingga walaupun misalnya kesimpulannya berbeda itu hal yang sangat wajar”

P: “kira kira apa saja faktor yang menyebabkan perbedaan tersebut?”

I: “kalau dalam sebuah percobaan, faktor yang mempengaruhi kegagalannya itu bisa dari penelitiannya, bisa dari alat yang digunakan atau bisa dari bahannya, misal kayak porsinya itu nggak sesuai, takarannya itu nggak pas”

3. Kode Subjek : TL
Waktu : 21 September 2021
Melalui : *WhatsApp*

Keterangan : P = Peneliti, I = Informan

P: “menurut saudara apakah teori dapat berubah”

I: “menurut saya, teori itu bisa berubah apalagi seiring berjalannya waktu pasti akan banyak penelitian-penelitian baru dan yang mungkin ya atau kemungkinan nanti akan bisa merubah atau menggeser dari teori yang sudah ada kecuali kalau teori tersebut sudah menjadi sebuah hukum misalnya, kalau dia sudah menjadi hukum menurut saya dia tidak bisa berubah tapi kalau masih

berupa teori bisa diubah dengan penelitian-penelitian yang terbaru”

- P: “baik. Berdasarkan jawaban saudara, adakah contoh konsep ataupun teori kimia yang mendasari jawaban saudara?”
- I: “menurut saya itu bisa dilihat dari materi kimia yang perkembangan model atom. Itu kan ada teori-teori dari masing-masing tokoh dan disetiap perubahan waktu, perkembangan zaman dan juga revisi dari teori sebelumnya, kemudian perbaikan-perbaikan dari teori sebelumnya jadi bisa aja berubah atau bisa juga disempurnakan”
- P: “baik. Masih berhubungan dengan atom, bahwa kita tahu atom itu terdiri dari partikel-partikel yang bermuatan positif, netral ataupun yang bermuatan negative. Menurut saudara apakah ada bukti spesifik yang digunakan oleh para ilmuwan untuk menentukan struktur atom tersebut?”
- I: “kalau bukti spesifiknya sih sepengetahuan saya itu karena mereka itu melakukan percobaan-percobaan kayak penembakan sinar Alfa, kemudian dengan lempeng emas tipis, terus penembakan yang dengan atom hidrogen dan banyak lagi percobaan percobaan lainnya”

- P: “pertanyaan selanjutnya menurut saudara apakah fenomena tidak adanya perubahan massa sebelum dan setelah terjadinya reaksi merupakan fenomena yang dapat dibuktikan kebenarannya? Jika iya, berikan penjelasannya”
- I: “kalau setahu saya itu bisa dibuktikan dan itu masuk ke dalam hukum kekekalan massa untuk membuktikannya itu bisa dilakukan praktikum tapi praktikumnya membutuhkan alat-alat khusus dan juga tempat-tempat yang khusus dalam artian di laboratorium jadi tidak bisa dilakukan secara sederhana”
- P: “berdasarkan jawaban saudara, apakah ada Teori yang mendukung hukum kekekalan massa?”
- I: “kalau sampai saat ini, sepengetahuan saya belum ada, saya belum menemukan”
- P: “baik. Menurut saudara apakah ada perbedaan antara hukum ilmiah dan teori ilmiah?”
- I: “kalau perbedaan, menurut saya ada tapi kalau disuruh menjelaskan perbedaannya apa, saya sendiri tidak bisa menjelaskan”
- P: “selanjutnya, menurut pendapat saudara apakah ilmuwan menggunakan daya kreativitas atau imajinasi mereka dalam melakukan eksperimen?”

- I: “kalau kreativitas mungkin iya, misalnya untuk mencari penelitian agar biayanya lebih murah itu kan butuh kreativitas berpikir ide juga dan disitu perlunya kreativitas tapi kalau untuk imajinasi menurut saya tidak, karena kan penelitian ini harus sesuai faktanya, jadi kayaknya kalau pakai imajinasi itu kurang cocok itu menurut saya. Jadi harus sesuai dengan prosedurnya, kemudian langkah-langkah kerjanya dan hasilnya bisa sih kita imajinasi kan tapi ya tidak bisa dijadikan alasan dipercayai itu hanya sebatas hipotesis saja imajinasi itu”
- P: “selanjutnya jika dalam melakukan eksperimen di laboratorium, setiap praktikan mendapatkan dan menyimpulkan hasil yang berbeda-beda. Bagaimana pendapat saudara sebagai pengajar kimia mengenai hal tersebut?”
- I: “kalau menurut saya kenapa hasilnya berbeda-beda itu karena mereka itu itu bukannya salah ya tetapi dari mereka itu ada yang kurang teliti kemudian tekniknya kurang benar, kurang tepat sehingga tidak bisa sama hasilnya gitu. ya meskipun tidak sesuai dengan teori yang ada berarti kan salah ya salah dalam artian tidak sesuai

dengan teori tetapi juga tidak bisa disalahkan meskipun hasilnya seperti itu karena itu mereka sedang melaporkan atau menyimpulkan sesuai apa yang telah ia lakukan atau apa yang telah ia praktikumkan atau eksperimenkan”

- P: “menurut saudara, faktor yang menyebabkan perbedaan tersebut?”
- I: “kalau faktornya itu bisa dari praktiknya itu sendiri ya dia yang kurang teliti kemudian kurang memperhatikan kurang sungguh-sungguh dalam melakukan. Kemudian teknik yang dilakukan itu salah, langkah-langkahnya tertukar, kemudian dari bahannya hanya mungkin yang apa sudah kadaluarsa atau hanya itu sudah menguap dan sebagainya”

Lampiran 10

Daftar Riwayat Hidup

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : R. Krisna Dara Alifa Zulfirman
2. Tempat & Tgl. Lahir: Banjarnegara, 02 Maret 1999
3. Alamat Rumah : Kompleks Kauman, RT 03 RW 06 No.
30 Kutabanjarnegara, Kecamatan
Banjarnegara, Kabupaten
Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah
4. HP : 089694306296
5. E-mail : rajakrisna3@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:
 - a. TK IT Permata Hati Banjarnegara (2003-2005)
 - b. SD IT Permata Hati Banjarnegara (2005-2011)
 - c. SMP N 1 Banjarnegara (2011-2015)
 - d. MA N 1 Banjarnegara (2015-2017)

C. Prestasi Akademik

- a. Juara 3 Lomba Karya Tulis Ilmiah Invitasi Pekan Pengembangan Bakat dan Minat Mahasiswa (IPPBMM) VIII

D. Karya Ilmiah

- a. Pendayagunaan Limbah Kulit Bawang Merah (*Allium Cepa Var. Aggregatum*) sebagai Pewarna Alami pada Kain Batik Ikat Celup Berpendekatan Green Chemistry.

Semarang, 27 September 2021

Penulis,



R. Krisna Dara Alifa Zulfirman

NIM. 1708076029