

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Paradigma Penelitian

Topik Stereokimia dalam perkuliahan Kimia Organik Lanjut di LPTK teridentifikasi sebagai topik yang sulit dipelajari mahasiswa calon guru. Kesulitan diduga bersumber dari konsep stereokimia yang bersifat abstrak dan pada level mikroskopik. Untuk memahami tatanan atom dalam ruang, benak mahasiswa dituntut mampu mengimajinasikan struktur 3D dari beragamnya representasi simbolik 2D yang tersaji, artinya pemahaman ini sarat dengan transformasi mental. Tugas berfikir yang bersifat kompleks, serta membutuhkan banyak keterampilan untuk menginterpretasikan hubungan antar representasi.

Molymood atau model molekul buatan mahasiswa diyakini membantu menjelaskan kedudukan atau tatanan atom/gugus dalam ruang satu terhadap yang lain. Namun diakui, model ini belum cukup memadai untuk menjelaskan mengapa satu struktur lebih stabil dibandingkan struktur lain? Mengapa bila suatu struktur berotasi berakibat berubahnya energi sistem? Bagaimana menghubungkan bila atom-atomnya yang terikat semakin meruah berdampak pada berubahnya sejumlah sifat? Apa yang menyebabkan stereoisomer-stereoisomer berbeda sifatnya? Pertanyaan-pertanyaan ini tidak mampu terjawab dengan model statis.

Ada tiga subtopik stereokimia, yakni konformasi, isomeri geometri, dan kiralitas. Program pembelajaran untuk konformasi dan isomeri geometri dapat dirancang dengan penggunaan visualisasi 3D molekul sekaligus memberikan peluang mahasiswa memperoleh data terkait energi. Program ini dapat dikembangkan melalui penggunaan *structure drawing software*, seperti aplikasi Avogadro. Alasan pemilihan *software* ini, selain ketersediaan fasilitas penggambaran struktur, *software* ini juga dirancang *men-suport* pemrograman komputasi kimia *NWChem* yang juga berbasis *open source*. Program komputasi kimia ini banyak digunakan untuk menganalisis sifat-sifat molekul berdasarkan perhitungan kimia kuantum. Tersedia pula *software NwRun* suatu grafis antarmuka pengguna yang diperuntukkan mengoperasikan *input file* bagi

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

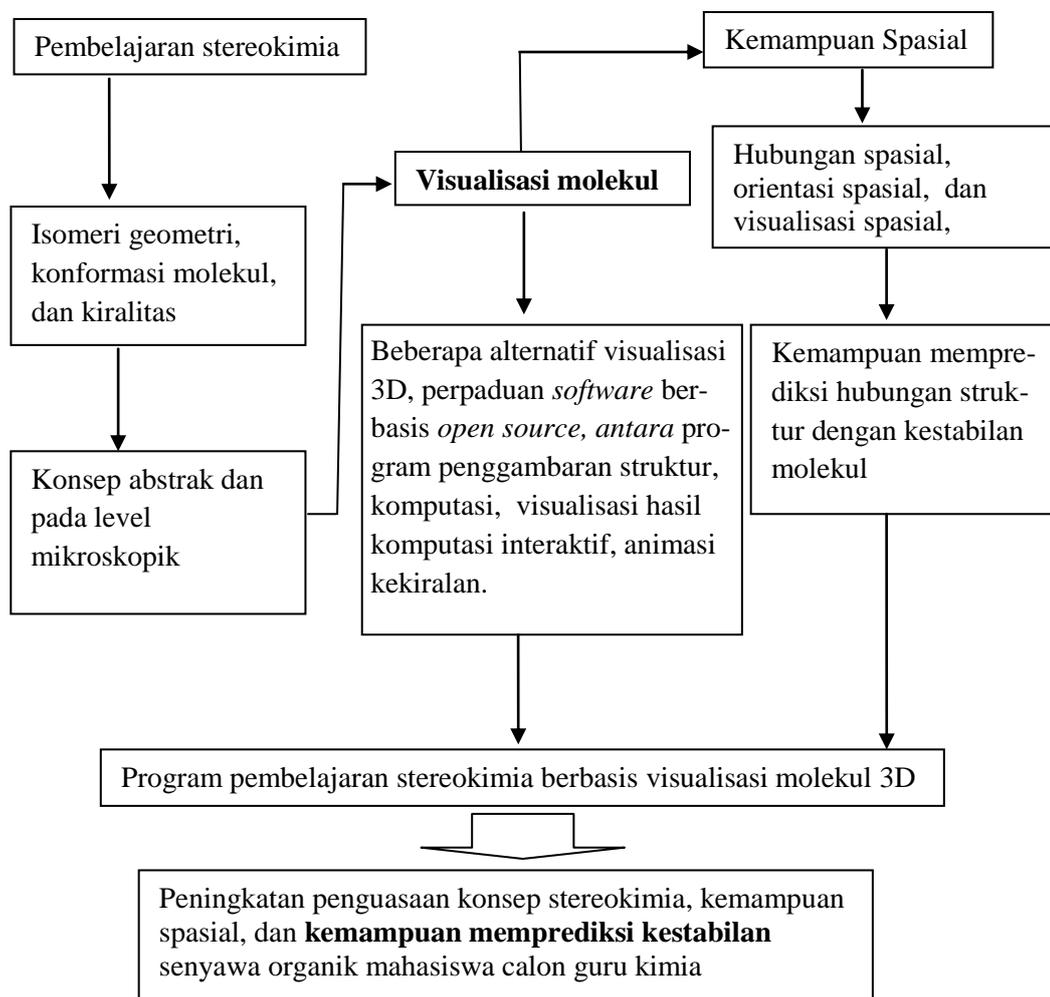
perhitungan komputasi kimia program *NWChem*. Tersedia pula software yang dirancang memvisualisasikan *output file* hasil perhitungan energi sekaligus memvisualisasikan struktur stabil hasil perhitungan, serta memfasilitasi untuk analisis seperangkat variabel-variabel molekul, yakni *software Jmol*. *Software-software* ini bersifat *open source*

Kemampuan *Jmol* menampilkan energi molekul hasil perhitungan, panjang ikatan, sudut ikatan, sudut dihedral, potensial elektrostatik, operasi rotasi melalui *mouse* yang bersifat interaktif, diyakini memberikan pengalaman belajar yang sarat bagi mahasiswa calon guru. Ketersediaan menu program visualisasi yang dilengkapi database seperangkat sifat seperti momen dipol, akan membantu mahasiswa mengkonstruksi konsep stereoisomer, baik konformer maupun isomer geometri. Ketersediaan operasi rotasi secara interaktif memberikan peluang belajar membandingkan antara struktur sebelum rotasi dan sesudah rotasi. Pengamatan akan perubahan kedudukan antara atom-atom dalam ruang satu terhadap yang lain berpeluang melatih kemampuan spasial. Data-data energi hasil perhitungan selanjutnya dicermati, dibandingkan dengan data eksperimen dalam *textbooks* untuk validasi keakuratan. Berdasarkan pola kecenderungan energi yang didapatkan melalui praktikum, lalu membandingkan dengan struktur-struktur yang di input, akan meningkatkan kemampuan mahasiswa calon guru memprediksi kestabilan molekul.

Konsep-konsep pada topik kekiralan, seperti sifat-sifat enansiomer, diastereoisomer, keoptisaktifan, dapat diakomodasi melalui visualisasi animasi kekiralan. Animasi dirancang dengan menyesuaikan indikator konsep dan indikator kemampuan spasial sesuai dengan dimensi utama kemampuan spasial.

Beragamnya cara visualisasi 3D molekul yang dirancang dengan menyesuaikan karakteristik konsep pada ketiga subtopik stereokimia, dimantapkan dengan LKM. Program pembelajaran stereokimia dirancang memberikan peluang mahasiswa untuk menyimpulkan dari banyak contoh. Mahasiswa dilatihkan berpikir secara induktif, sebagai salah satu karakteristik berfikir yang layak dimiliki oleh seorang saintis sekaligus calon guru yang diharapkan memiliki landasan pengetahuan kimia yang luas, sehingga kompetensi

profesionalnya terpenuhi. Pemikiran sebagai dasar penelitian ini disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3.1 Paradigma penelitian

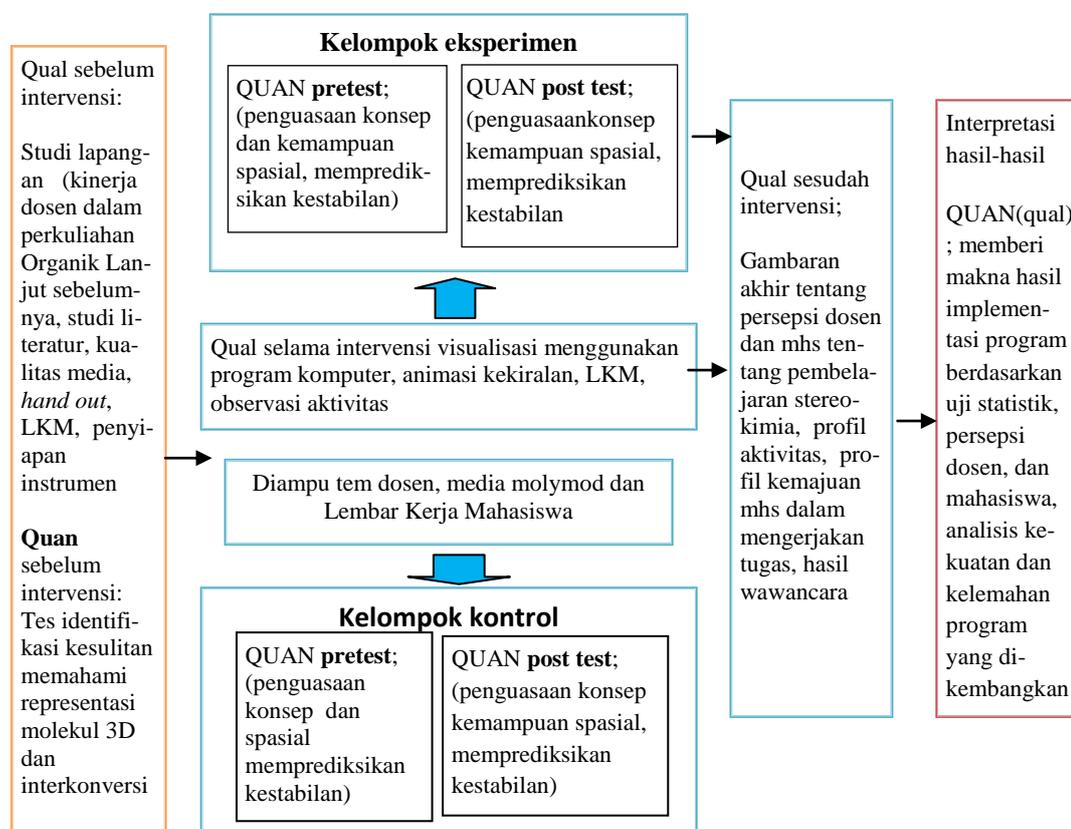
B. Desain Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *mixed-method* dengan *embedded design*, dengan model “*Embedded experimental model*”(Craswell &Clark, 2007), yang digambarkan pada Gambar 3.2. Model penggabungan metode kualitatif dan KUANTITATIF dalam hal ini dimaksudkan adalah, metode Kuantitatif merupakan metode primer sementara metode kualitatif merupakan metode sekunder. Metode ini dipilih agar peneliti dapat mengumpulkan dua macam data secara simultan dalam satu tahap pengumpulan data. Dengan demikian data yang diperoleh menjadi lengkap dan lebih akurat.

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.2. Desain penelitian “*Embedded experimental model*” (Craswell & Clark, 2007)

C. Prosedur Penelitian

Implementasi desain penelitian tersebut dibagi menjadi tiga tahap, yakni tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap interpretasi.

1. Tahap persiapan

a. Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi berbagai permasalahan penyelenggaraan perkuliahan topik stereokimia yang telah berlangsung pada semester sebelumnya. Informasi dikumpulkan melalui studi dokumentasi, kuisisioner, dan tes. Dengan demikian, dari studi lapangan atau studi pendahuluan ini didapatkan seperangkat data yang bersifat kualitatif dan kuantitatif.

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Studi dokumentasi dilakukan terhadap naskah kurikulum LPTK, untuk menggali informasi tentang deskripsi perkuliahan dan kompetensi lulusan. Dokumentasi lain berupa perangkat pembelajaran (SAP, Kontrak Kuliah, LKM, *handout*, media, serta instrumen evaluasi). Gambaran keterlaksanaan perkuliahan diperoleh dari dokumen daftar hadir mahasiswa, serta dua buah dokumen mutu perkuliahan yang disusun oleh Tim Kantor Penjaminan Mutu Universitas (KPMU) berupa Borang Monev Penjaminan Mutu perkuliahan” dan “Lembar Evaluasi Mutu Perkuliahan Menurut persepsi mahasiswa”. Tanggapan mahasiswa dan dosen terhadap perkuliahan stereokimia terkait persiapan, proses, hasil, serta harapan untuk perbaikan perkuliahan selanjutnya, diungkap melalui kuisioner. Kuisioner yang ditujukan pada mahasiswa bersifat tertutup, sementara kuisioner yang ditujukan kepada dosen, berupa pertanyaan-pertanyaan terbuka.

Bedasarkan hasil studi pendahuluan di atas, terungkap bahwa dalam perkuliahan stereokimia, mahasiswa mengalami kesulitan untuk membayangkan tatanan ruang molekul. Padahal, dalam memahami topik stereokimia, mahasiswa diharapkan memiliki pemahaman mendalam akan tatanan ruang struktur molekul 3D dan hubungannya dengan sifat-sifatnya. Inilah inti dalam pembelajaran stereokimia. Oleh karena itu, dalam studi pendahuluan ini, selanjutnya dilakukan semacam studi lanjutan untuk memperoleh informasi lebih dalam penyebab faktor-faktor yang berkontribusi secara dominan sebagai penyebab kesulitan mahasiswa dalam memahami representasi 3D dan interkonversinya. Studi dilakukan terhadap 161 mahasiswa yang berasal dari tiga perguruan tinggi negeri, dua buah LPTK yang masing-masing berada di Bandar Lampung dan di Kota Gorontalo, dan satu perguruan tinggi negeri non LPTK di kota Bandung. Mahasiswa yang menjadi subyek studi ini, telah menempuh perkuliahan pada topik Stereokimia di Semester Ganjil Tahun Akademik 2014/2015. Hasil studi pendahuluan ini berupa data yang bersifat kuantitatif.

b. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan gambaran dan gagasan yang berkaitan dengan cara memecahkan permasalahan yang ditemukan pada studi lapangan. Studi literatur dilakukan dengan pencarian artikel berupa laporan dalam

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

jurnal penelitian skala internasional yang relevan dengan permasalahan dalam perkuliahan pada topik stereokimia. Menganalisis dan mensintesis jurnal-jurnal serta artikel-artikel yang relevan untuk mendapatkan gagasan perancangan program pembelajaran yang mampu membantu pemecahan masalah kesulitan mahasiswa dalam mempelajari topik stereokimia.

c. Pengembangan desain program

Permasalahan yang berhasil diidentifikasi pada studi lapangan dan gagasan-gagasan serta wawasan yang diperoleh pada saat studi literatur terkait pembelajaran pada topik stereokimia dijadikan acuan untuk perancangan draft program pembelajaran stereokimia yang akan dikembangkan. Topik stereokimia terdiri dari 3 subtopik yakni keisomeran geometri, konformasi molekul, dan kekiralan molekul. Hasil identifikasi dari studi lapangan dan studi literatur mengarah faktor-faktor yang teridentifikasi sebagai penyebab kesulitan dalam perkuliahan stereokimia yakni karakteristik konsep yang bersifat abstrak, pada level mikroskopik, membutuhkan kemampuan mengimajinasikan orientasi ruang tatanan spasial struktur molekul, dan kurang memadainya media pembelajaran yang ada, sesuai dengan karakteristik ketiga subtopik.

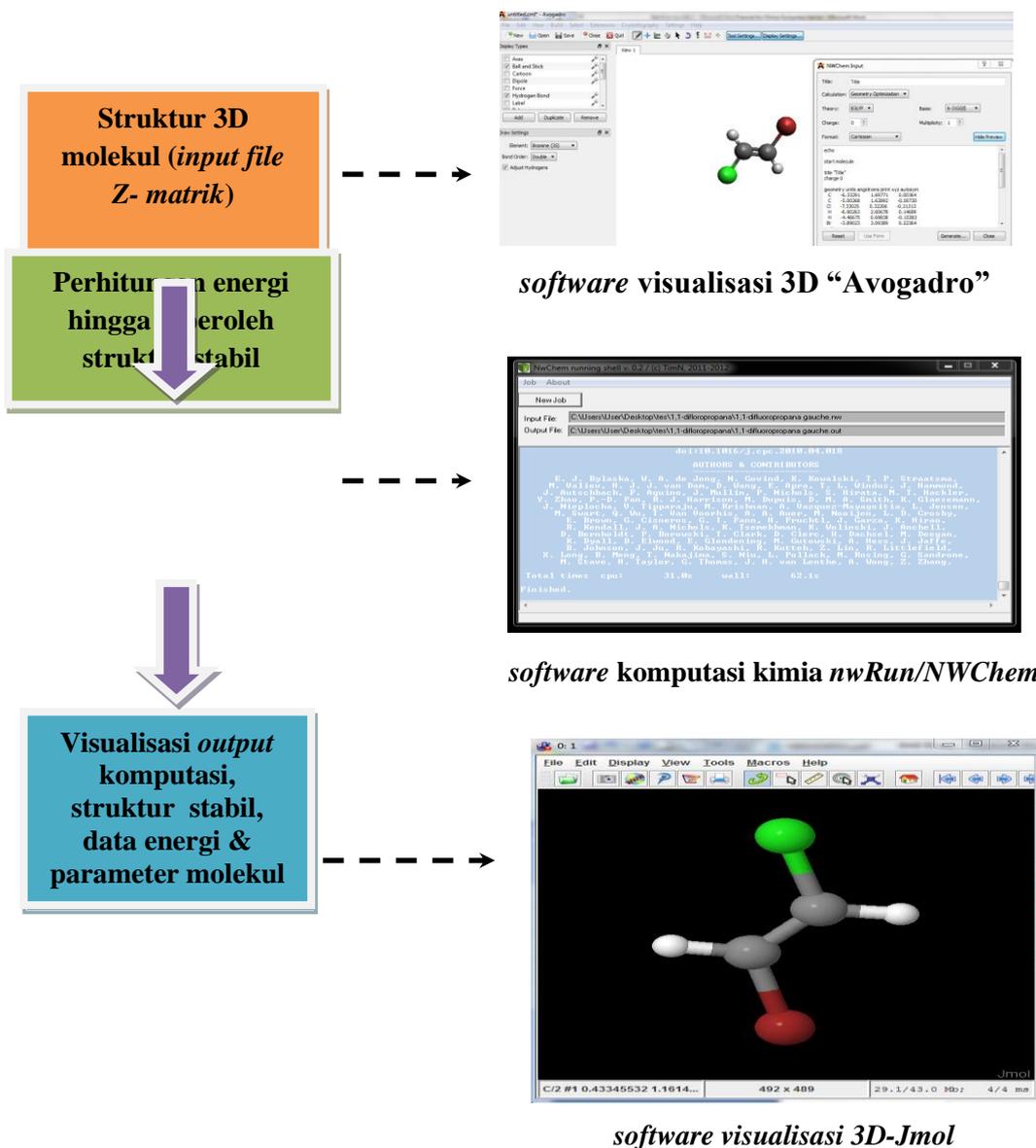
Untuk pembahasan pada subtopik keisomeran geometri dan konformasi molekul, indikator pembelajaran yang harus dicapai mahasiswa terkait sifat-sifat intramolekul adalah kestabilan isomeri geometri dan kestabilan konformer. Sifat kestabilan baik struktur isomer geometri maupun konformer, memerlukan data energi. Data energi yang digunakan dalam pembahasan perkuliahan kestabilan konformer selama ini bersumber dari *textbook* dan jumlah datanya terbatas pada konformer molekul etana dan *n*-butana. Oleh karena itu, dalam menjelaskan profile energi konformer selain etana dan butana, mahasiswa selama ini sebatas menganalisa kecenderungan besarnya energi berdasarkan gambar-gambar profile grafik energi konformer-konformer pada *textbook*. Sementara dalam perkembangan teknologi komputer, kini telah tersedia perangkat lunak komputasi kimia dan bersifat *open source*, seperti *NWChem* yang dapat digunakan sebagai pendukung pembelajaran. Mahasiswa selanjutnya dapat dilibatkan secara aktif melalui praktikum perhitungan energi struktur. Struktur molekul yang dihitung

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

energinya, dirancang sedemikian rupa merupakan struktur-struktur yang akan dibahas dalam sesi tatap muka ketika membahas subtopik kestabilan isomeri geometri dan konformasi molekul. Tahapan prosedur penghitungan energi struktur molekul 3D molekul dan keperluan akan *software* pendukung, ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Desain prosedur perhitungan energi struktur molekul melalui keterpaduan dua jenis *software* pendukung yakni *software* visualisasi 3D dan *software* komputasi kimia

Berdasarkan Gambar 3.3 diperoleh informasi bahwa perhitungan energi dapat divisualisasikan melalui keterpaduan dua jenis *software*, yakni jenis *software* visualisasi 3D, contoh di atas adalah *software* Avogadro dan Jmol, serta

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

jenis *software* komputasi kimia, contoh di atas adalah *nwRun/NWChem*. Alasan *Software Avogadro* ini terpilih, dalam persiapan disain pengembangan program ini, karena menyediakan fasilitas penggambaran struktur “*Draw tool*”, dilengkapi menu *Extention*. Menu *Extention* berguna mendefinisikan dialog berbasis *plugin* antarmuka yang secara langsung berinteraksi dengan molekul. Menu ini serupa “pintu” dialog untuk mencari berbagai informasi terkait karakteristik sifat-sifat struktur 3D yang dibangun, misalnya sifat-sifat molekul (*molecule properties*), dialog file input Z-matriks, suatu kode bagi komputasi kimia berbasis mekanika kuantum, termasuk *NWChem* (Hanwell *et al.*, 2012). Format *input file* berupa Z matriks ini selanjutnya dikirim ke *software nwRun*. *NwRun* merupakan *suatu* grafis antarmuka pengguna untuk menjalankan *software* kimia komputasi *NWChem*. *Output file* hasil komputasi kimia berupa harga energi absolut (Hartree), struktur molekul terstabil selanjutnya divisualisasikan serta , parameter-parameter molekul dianalisis menggunakan *software Jmol*.

Mengingat tahapan perhitungan energi molekul menggunakan keterpaduan *software* visualisasi 3D dan komputasi kimia ini membutuhkan *input* data yang kadangkala harus dilakukan lebih dari sekali, akibat faktor “*error*”, maka kegiatan pembelajaran ini dapat diakomodasi melalui kegiatan tutorial praktikum. Artinya, agar mahasiswa memiliki pemahaman mendalam tatanan ruang struktur 3D molekul dan hubungannya dengan sifat intramolekul, maka desain pengembangan program pembelajaran stereokimia berbasis visualisasi 3D, diawali kegiatan tutorial praktikum.

Tujuan utama tutorial praktikum ini selaras dengan tahapan perhitungan energi molekul pada Gambar 3.3. Secara rinci, tujuan tutorial praktikum yakni melatih mahasiswa (1) terampil membangun struktur molekul 3D; (2) memformat *input* file guna memperoleh data energi molekul, melalui aplikasi *software Avogadro*; (3) memasukkan *input file* dalam *software nwRun*, untuk selanjutnya dihitung energinya melalui program komputasi *NWChem*; (4) memvisualisasikan *output* data serta menganalisis parameter molekul melalui aplikasi *software Jmol*; (5) Menganalisis data energi hasil perhitungan guna memprediksi kestabilan struktur isomer geometri dan konformasi molekul. Oleh karena materi tutorial praktikum menggunakan prinsip-prinsip komputasi kimia,

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

maka sebelum panduan praktikum diimplementasikan akan divalidasi oleh pakar komputasi kimia selanjutnya diujicobakan pada skala terbatas.

Data hasil kegiatan tutorial praktikum berupa representasi struktur 3D isomer-isomer geometri dan konformasi molekul alifatik dan siklik, serta data energi struktur, selanjutnya akan menjadi bahan pada pembelajaran tatap muka. Ada 2 kali tatap muka, alokasi waktu untuk subtopik isomeri geometri dan konformasi adalah 1 x @ 100 menit. Oleh karena pembelajaran berbasis visualisasi 3D, kognisi mahasiswa dilatihkan memproses informasi dari banyak contoh struktur melalui *software*, maka desain program pembelajaran tatap muka merujuk pada model berpikir induktif (Joice *et al.*, 2009).

Subtopik ketiga, yakni kekiralan molekul, menggunakan Animasi Kekiraalan molekul untuk mendukung visualisasi molekul 3D kiral. Perancangan animasi kekiralan, diselaraskan dengan indikator penguasaan konsep kekiralan, serta indikator tiga dimensi utama kemampuan spasial. Sebelum Animasi kekiralan molekul diimplementasikan, terlebih dahulu melalui proses validasi oleh pakar dalam pembelajaran Kimia Organik. Penilaian Animasi Kekiralan dilakukan dengan memeriksa adanya kesesuaian pada aspek konten dan kesesuaian pada ketiga indikator dimensi kemampuan spasial: (i) hubungan spasial, (ii) orientasi spasial, dan (iii) Visualisasi spasial. Hasil validasi, selanjutnya menjadi masukan, sebagai bahan acuan untuk revisi. Subtopik kekiralan molekul akan dilaksanakan dalam 2 x @ 100menit tatap muka.

Sejumlah perangkat pembelajaran dan instrumen test dikembangkan dalam penelitian. Perangkat pembelajaran berupa Panduan Tutorial Praktikum Pengenalan *Software* visualisasi 3D dan Komputasi Kimia, Animasi Kekiralan, SAP, RPP, dan LKM. Instrument test untuk mengukur penguasaan konsep dan kemampuan spasial, serta kemampuan memprediksi kestabilan. Rubrik penilaian hasil laporan tutorial praktikum. Instrumen divalidasi oleh pakar. Setelah direvisi, instrumen test diujicobakan, selanjutnya dihitung validitas dan reliabilitasnya. Program animasi kekiralan yang telah berhasil dibuat, selanjutnya divalidasi oleh pakar, direvisi dan diujicobakan. Proses ujicoba dipergunakan untuk memperbaiki desain program, perangkat pembelajaran, memperbaiki

instrumen asesmen, memperbaiki panduan tutorial, revisi animasi, dan alokasi keterlaksanaan program.

2. Tahap pelaksanaan

Program pembelajaran stereokimia berbasis visualisasi 3D molekul, dimplementasikan pada semester ganjil tahun ajaran 2014/2015, pada perkuliahan Kimia Organik Lanjut. Tahap ini menggunakan rancangan eksperimen kuasi, yaitu *pretest-posttest nonequivalent control group design*.

a. Kualitatif sebelum intervensi

Mahasiswa diberi Angket berupa pernyataan-pernyataan untuk mengetahui gambaran awal persepsi mahasiswa terhadap pembelajaran serta karakteristik konsep stereokimia.

b. Kualitatif selama intervensi

Pada tahap ini dilakukan observasi untuk mendapatkan informasi tentang aktivitas mahasiswa selama bekerja dengan *software* melalui praktikum, dan selama implementasi program yang dikembangkan.

c. Kuantitatif selama intervensi.

Pemberian pretest dan posttest penguasaan konsep stereokimia dan kemampuan spasial. Pemberian pre-test dan post-test kemampuan memprediksi kestabilan. Penilaian terhadap laporan hasil tutorial praktikum melalui rubrik.

d. Kualitatif setelah intervensi.

Responden menjawab angket berisi respon terhadap keterlaksanaan tutorial praktikum, keterlaksanaan LKM, serta angket tanggapan terhadap program pembelajaran stereokimia berbasis 3D molekul yang dikembangkan. Angket ini diisi oleh mahasiswa dan dosen.

3. Tahap interpretasi.

Pada tahap ini dilakukan interpretasi hasil analisis kuantitatif dan kualitatif. Pada tahap ini diperoleh informasi tentang efektivitas program pembelajaran stereokimia berbasis visualisasi 3D untuk meningkatkan

M. Setyarini, 2017

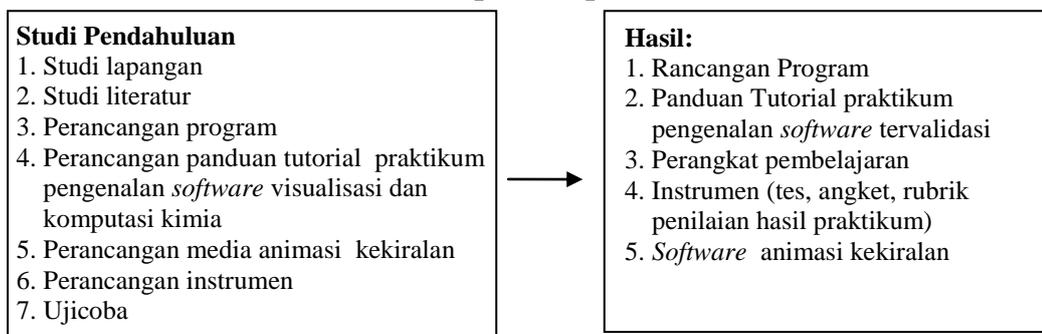
PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

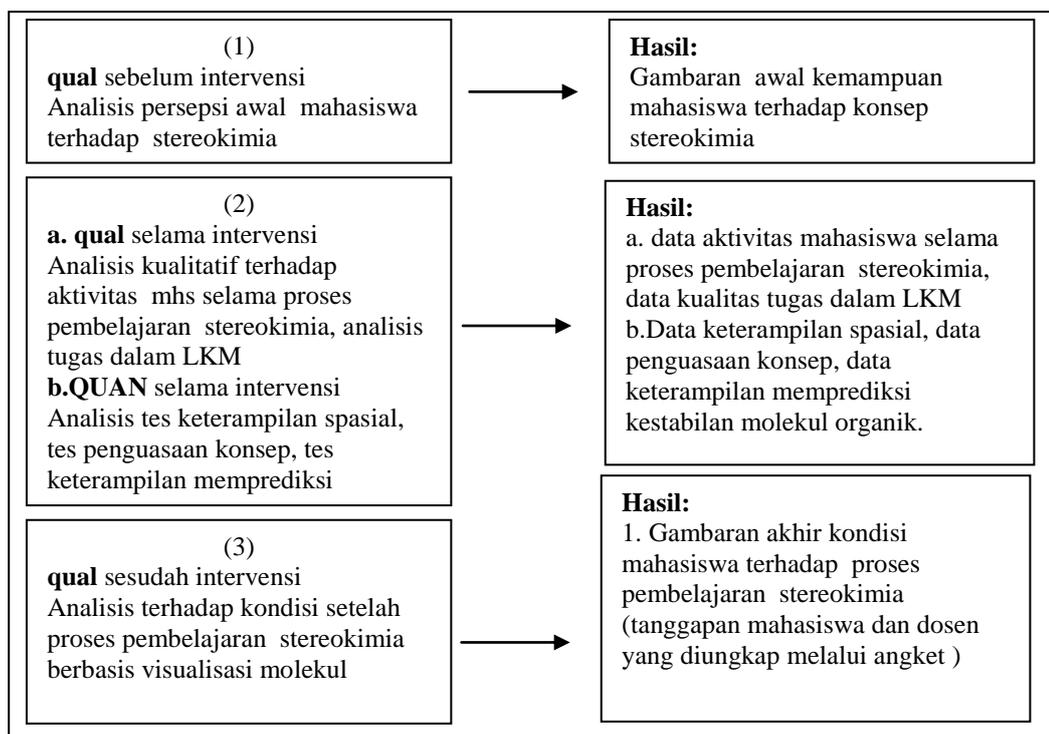
penguasaan konsep, kemampuan spasial, dan keterampilan memprediksi kestabilan molekul mahasiswa calon guru, kesimpulan, rekomendasi, serta informasi tentang kelemahan dan kekuatan program yang dikembangkan.

Secara umum tahap-tahap prosedur penelitian disajikan dalam Gambar 3.4.

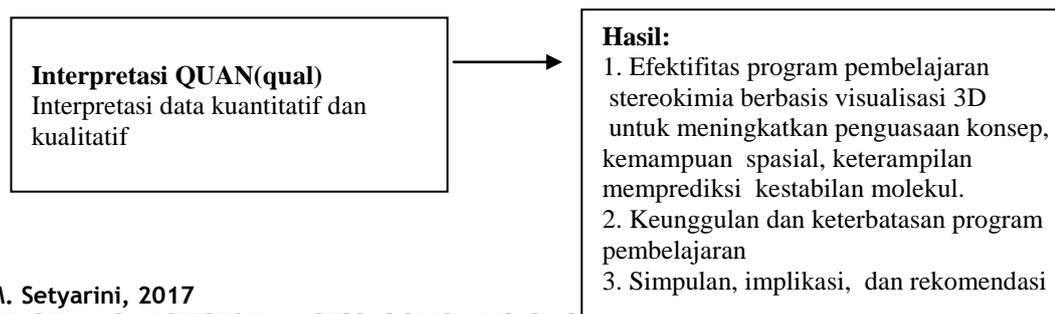
Tahap Persiapan



Tahap Pelaksanaan



Tahap Interpretasi



M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3.4. Prosedur Penelitian

D. Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan Pendidikan MIPA di sebuah LPTK di Provinsi Lampung, semester ganjil tahun akademik 2014/2015. Partisipan penelitian adalah mahasiswa yang mengontrak perkuliahan Kimia Organik Lanjut, ada sebanyak dua kelas paralel A dan B. Bobot perkuliahan ini adalah 2,(2-0) sks. Perkuliahan ini ditawarkan untuk mahasiswa di semester V pada setiap tahun angkatan, setelah menempuh perkuliahan Kimia Organik I, 4,(3-1) sks, di semester ke-3, dan Kimia Organik II, 4, (3-1) sks, di semester 4, keduanya merupakan matakuliah prasyarat.

Dalam penelitian ini, penentuan kelompok kontrol dan kelompok eksperimen pada kedua kelas paralel dilakukan secara undi. Hal ini dilakukan berdasarkan asumsi bahwa karakteristik kedua kelompok mahasiswa diasumsikan homogen, didasarkan pada beberapa alasan. Pertama, sejak awal, penempatan mahasiswa baru pada kelas A dan B di Prodi Pendidikan Kimia LPTK Provinsi Lampung dilakukan secara acak. Kedua, mahasiswa pada kedua kelompok telah lulus matakuliah prasyarat yang sama sebelum mengikuti perkuliahan Kimia Organik Lanjut. Ketiga, pengampu matakuliah prasyarat pada kedua kelompok mahasiswa sama. Keempat, jumlah mahasiswa pada kedua kelompok, mengontrak untuk pertama kali perkuliahan Kimia Organik Lanjut. Dalam penelitian ini, kelompok kontrol diampu oleh dosen tim Kimia Organik. Kelima, berdasarkan berdasarkan hasil uji analisis secara statistik untuk indeks prestasi pada beberapa mata kuliah sains-matematik dan matakuliah prasyarat Kimia Organik Lanjut yang telah ditempuh yakni Kimia Dasar, Biologi Dasar, Fisika Dasar, Matematika Dasar, Kimia Organik I dan Kimia Organik II, ditunjukkan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1. Hasil uji statistik prestasi pada matakuliah sains-matematika dan mata kuliah prasyarat Kimia Organik Lanjut pada dua kelompok mahasiswa

Mata Kuliah	Kelas	.Rerata Indeks Prestasi	Uji Statistik	Sign.	Keterangan
-------------	-------	-------------------------	---------------	-------	------------

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Sains-matematika dan Prasyarat Kimia Organik Lanjut	Kontrol	2,62	Mann-Whitney-U	0,813, p>0,05	Tidak berbeda signifikan
	Eksperimen	2,71			

Berdasarkan Tabel 3.1, diperoleh informasi bahwa rerata indeks prestasi pada mata kuliah Kimia Dasar, Biologi Dasar, Fisika Dasar, Matematika Dasar, dan mata kuliah prasyarat Kimia Organik I dan Kimia Organik II, pada kedua kelompok mahasiswa tidak berbeda secara signifikan. Dengan demikian dapat diasumsikan bahwa karakteristik kedua kelompok mahasiswa dalam penelitian ini yakni kelompok kontrol dan kelompok eksperimen, bersifat homogen. Artinya, peningkatan rata-rata penguasaan konsep stereokimia pada kelas eksperimen diakibatkan semata-mata oleh intervensi yang diberikan dalam penelitian, bukan akibat dari karakteristik prestasi yang berbeda pada kedua kelompok.

Pada kelas eksperimen diberikan tutorial praktikum, selama 2 pertemuan @ 120 menit. Tutorial praktikum berupa pengenalan *software* visualisasi 3D dan komputasi kimia. Implementasi program pembelajaran stereokimia berbasis visualisasi 3D dilaksanakan sebanyak 4 pertemuan. Jumlah tatap muka dan indikator pencapaian pembelajaran pada kedua kelompok mahasiswa sama. Ada 3 subtopik yang dibahas dalam topik stereokimia, yakni 1x@100 menit untuk membahas subtopik keisomeran geometri, 1x@100 menit untuk membahas subtopik konformasi molekul, dan 2 @ 100 menit, untuk membahas subtopik kekiralan. Media yang digunakan dalam kelas kontrol adalah *molymod*, sementara dalam kelas eksperimen berupa *software* visualisasi 3D, Animasi kekiralan, dan *molymod*.

E. Instrumen Penelitian

Untuk memperoleh data, dalam penelitian ini dikembangkan beberapa jenis instrumen sebagai berikut:

1. Instrumen Tes

a. Tes penguasaan konsep dan kemampuan spasial

Tes penguasaan konsep stereokimia dan kemampuan spasial disusun berdasarkan indikator pencapaian belajar pada topik stereokimia dan indikator

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

kemampuan spasial. Tujuan disusunnya tes ini untuk mendapatkan data penguasaan konsep mahasiswa pada tiga subtopik stereokimia, yaitu keisomeran geometri, konformasi molekul, dan kekiralan molekul. Tes ini juga bertujuan mendapatkan data kemampuan spasial mahasiswa pada tiga faktor utama ketiga dimensi utama kemampuan spasial (Lohman dalam Harle & Town, 2010), yakni hubungan spasial, orientasi spasial, dan visualisasi spasial. Instrumen tes penguasaan konsep dan kemampuan spasial berbentuk pilihan berganda disertai alasan, berjumlah 30 butir item. Kisi-kisi instrumen tes disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Kisi-kisi instrumen tes penguasaan konsep pada topik stereokimia dan kemampuan spasial

Subtopik	Label konsep	Dimensi utama kemampuan spasial	No soal	Jumlah
Keisomeran geometri	Syarat keisomeran	Hubungan spasial	1,2	6
	tatanama <i>cis/trans</i> ; <i>E/Z</i>	Orientasi spasial	3,4	
		Visualisasi spasial	5,6	
Konformasi molekul	Proyeksi Newman	Orientasi spasial	7,8	10
		Hubungan spasial	9,10	
	Konformasi sikloheksana dan sikloheksana tersubstitusi	Hubungan spasial	11,12	
		Orientasi spasial	13,14	
Kekiralan molekul	Molekul kiral dan akiral	Hubungan spasial	15,16	14
	Konfigurasi mutlak	Orientasi spasial	17,18	
		Visualisasi spasial	19,20	
		Proyeksi Fischer	Visualisasi spasial	
	Hubungan antar stereoisomer dengan 2 pusat kiral	Visualisasi spasial	23,24, 25	
	Interkonversi representasi molekul 3D	Visualisasi spasial	26,27	
	Senyawa kiral siklik	Orientasi spasial	28	
Senyawa disimetri	Orientasi spasial	29,30		
Total Jumlah Soal				30

Test yang telah disusun selanjutnya divalidasi oleh dua pakar dalam pembelajaran kimia organik. Penilaian kedua pakar dinyatakan melalui form validasi instrumen tes untuk meningkatkan penguasaan konsep dan kemampuan spasial. Terdapat 4 aspek penilaian yang diberikan oleh validator disertai catatan-catatan perbaikan pada butir soal yang disarankan untuk diperbaiki. Rangkuman penilaian dan catatan perbaikan pada item soal nomor 1-30, oleh validator disajikan pada Tabel 3.3

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Instrumen yang telah divalidasi, selanjutnya diperbaiki sesuai dengan saran dari para pakar. Selanjutnya, untuk mendapatkan data validitas tiap butir soal dan koefisien reliabilitas instrumen, dilakukan validasi secara empirik. Validasi secara empirik dilakukan dengan cara mengujicobakan instrumen tes penguasaan konsep dan kemampuan spasial kepada 48 responden yang telah menempuh perkuliahan Kimia Organik Lanjut pada topik Stereokimia. Hasil uji validitas instrumen tes penguasaan konsep topik stereokimia dan kemampuan spasial disajikan pada Tabel. 3.4.

Tabel 3.3. Rangkuman hasil validasi Instrumen tes penguasaan konsep dan kemampuan spasial oleh pakar pembelajaran Kimia Organik

Aspek penilaian	Validator 1		Validator 2		Rangkuman perbaikan	Catatan
	Ya (%)	Tidak (%)	Ya (%)	Tidak (%)		
Kesesuaian butir soal dengan indikator penguasaan konsep	100	0	100	0	1. Pada soal nomor 2: Jawaban B, yaitu <i>trans</i> -diperbaiki, karena yang tertera adalah <i>cis</i> - 2. Pada soal nomor 7: Nama pada kunci penjelasan sebaiknya ditulis; 2,2-dimetilpropana	
Kesesuaian kunci jawaban dengan butir soal	100	0	100	0		
Kesesuaian jawaban alasan dengan butir soal	100	0	100	0		
Kesesuaian butir soal dengan indikator kemampuan spasial	100	0	100	0		

Tabel 3.4 Hasil uji validitas butir soal tes penguasaan konsep pada topik stereokimia dan kemampuan spasial

No soal	Korelasi	Keterangan	No Soal	Korelasi	Keterangan
1	0,69	Valid	16	0,62	Valid
2	0,45	Valid	17	0,44	Valid
3	0,52	Valid	18	-0,08	Tidak
4	0,44	Valid	19	0,50	Valid
5	0,51	Valid	20	0,23	Tidak
6	0,44	Valid	21	0,45	Valid
7	0,72	Valid	22	0,45	Valid
8	0,69	Valid	23	0,50	Valid
9	0,48	Valid	24	0,44	Valid
10	0,51	Valid	25	0,49	Valid
11	0,48	Valid	26	0,15	Tidak
12	0,44	Valid	27	0,35	Tidak
13	0,46	Valid	28	0,43	Valid
14	0,45	Valid	29	0,46	Valid

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

15	0,43	Valid	30	0,05	Tidak
----	------	-------	----	------	-------

Berdasarkan Tabel 3.4 didapatkan informasi bahwa soal nomor 18, 20, 26, 27 dan 30 tidak valid. Hal ini menunjukkan bahwa indikator penguasaan konsep dan indikator kemampuan spasial, tidak dapat terukur melalui ke-5 soal tersebut. Dengan demikian tersedia 25 soal yang bersifat valid. Instrumen tes penguasaan konsep stereokimia yang terdiri dari 25 soal ini selanjutnya dihitung koefisien reliabilitasnya menggunakan persamaan Cronbach-Alpha, dan didapatkan harga koefisien reliabilitasnya sebesar = 0,87.

Setelah dibandingkan dengan kriteria, koefisien reliabilitas instrumen tes berkriteria sangat tinggi. Hal ini menjelaskan bahwa instrumen tes penguasaan konsep stereokimia dan kemampuan spasial, merupakan tes yang bersifat valid dan reliabel. Instrumen tes ini selanjutnya digunakan dalam pre-test dan post test untuk mendapat data penguasaan konsep stereokimia dan kemampuan spasial mahasiswa calon guru.

b. Tes keterampilan memprediksi kestabilan molekul organik

Tujuan disusunnya tes ini untuk mendapatkan data keterampilan mahasiswa untuk memprediksi kestabilan molekul. Terkait pembelajaran pada topik stereokimia, kestabilan struktur molekul yang dikaji merupakan struktur isomer geometri, konformasi molekul alifatik, konformasi sikloheksana, dan sikloheksana tersubstitusi. Tes untuk mengukur keterampilan memprediksi kestabilan molekul organik, disusun berdasarkan indikator seperti yang ditunjukkan dalam kisi-kisi instrumen, disajikan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Kisi-kisi instrumen tes keterampilan memprediksi kestabilan molekul organik

Subtopik	Indikator kemampuan memprediksi kestabilan molekul	No soal	Jumlah
Keisomeran geometri	1. Mampu memprediksi kestabilan isomer geometri berdasarkan tabel data hasil pengamatan eksperimen menggunakan software komputasi kimia NWChem dan hubungannya dengan data eksperimen baku	1, 2, 3, 4, 5	7
	2. Mampu memprediksi faktor-faktor yang menyebabkan ketidakstabilan isomer geometri berdasarkan struktur molekul	6,7	

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Tabel 3.5. Kisi-kisi instrumen tes keterampilan memprediksi kestabilan molekul organik (lanjutan)

Subtopik	Indikator kemampuan memprediksi kestabilan molekul	No soal	Jumlah
Konformasi molekul alifatik	1. Mampu memprediksi profil grafik energi konformasi bagi molekul-molekul yang memiliki kemiripan profil grafik energi konformasi etana.	8, 9, 10	11
	2. Mampu memprediksi profil grafik energi konformasi bagi molekul-molekul yang memiliki kemiripan profil grafik energi konformasi n-butana.	11,12	
	3. Mampu memprediksi kestabilan dari beberapa visualisasi konformasi alkana alifatik berdasarkan faktor-faktor penyebab destabilisasi struktur, seperti tegangan torsi, dan tolakan <i>Van der Waals</i>	13, 14	
	4. Mampu memprediksi kestabilan konformer molekul alifatik berdasarkan tabel data hasil pengamatan eksperimen menggunakan software komputasi kimia <i>NWChem</i>	15, 16, 17,18	
Konformasi sikloheksana dan sikloheksana tersubstitusi	1. Mampu memprediksi konformer molekul sikloheksana yang stabil bila disajikan grafik profil energi konformer-konformer sikloheksana	19, 20, 21, 22	7
	2. Mampu memprediksi faktor-faktor yang menyebabkan ketidakstabilan konformer sikloheksana tersubstitusi berdasarkan posisi substituen	23, 24	
	3. Mampu memprediksi kestabilan konformer sikloheksana tersubstitusi data hasil pengamatan eksperimen menggunakan software komputasi kimia <i>NWChem</i>	25	
Total jumlah soal			25

Test yang telah disusun selanjutnya divalidasi oleh tiga pakar, dua pakar dalam bidang pembelajaran kimia organik, dan satu pakar dalam bidang kimia komputasi. Penilaian ketiga pakar dinyatakan melalui form validasi instrumen tes keterampilan memprediksi kestabilan molekul organik. Terdapat 3 aspek penilaian yang diberikan oleh validator dalam bidang pembelajaran dan konten Kimia Organik, yaitu (i) kesesuaian butir soal dengan indikator memprediksi kestabilan molekul, (ii) Kesesuaian kunci jawaban dengan butir soal, (iii) kesesuaian jawaban alasan dengan butir soal. Sementara validator dari bidang kimia komputasi menilai dari aspek kesesuaian butir soal dengan prinsip kimia komputasi. Rangkuman penilaian dan catatan perbaikan pada item soal nomor 1-25, oleh validator disajikan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Rangkuman hasil validasi Instrumen tes keterampilan memprediksi kestabilan molekul oleh validator

Aspek penilaian	Validator 1		Validator 2		Validator 3	
	Ya (%)	Tidak (%)	Ya (%)	Tidak (%)	Ya (%)	Tidak (%)
Kesesuaian butir soal dengan indikator memprediksi kestabilan molekul	100	0	100	0	100	0
Kesesuaian kunci jawaban dengan butir soal	100	0	100	0	100	0
Kesesuaian jawaban alasan dengan butir soal	100	0	100	0	100	0
Kesesuaian butir soal dengan prinsip komputasi kimia					100	0

Instrumen yang telah divalidasi, selanjutnya diperbaiki sesuai dengan saran dari para pakar. Selanjutnya, untuk mendapatkan data validitas tiap butir soal dan koefisien reliabilitas instrumen, dilakukan validasi secara empirik. Validasi secara empirik dilakukan dengan cara mengujicobakan instrumen tes keterampilan memprediksi kestabilan molekul kepada 48 responden yang telah menempuh perkuliahan Kimia Organik Lanjut pada topik Stereokimia. Hasil uji validitas instrumen tes, disajikan pada Tabel. 3.7.

Tabel 3.7. Hasil uji validitas butir soal tes keterampilan memprediksi kestabilan molekul

No soal	Korelasi	Keterangan	No Soal	Korelasi	Keterangan
1	0,75	Valid	16	0,41	Valid
2	0,19	Tidak	17	0,09	Tidak
3	0,76	Valid	18	0,74	Valid
4	0,67	Valid	19	0,63	Valid
5	0,57	Valid	20	0,06	Tidak
6	0,49	Valid	21	0,72	Valid
7	0,06	Tidak	22	-0,11	Tidak
8	0,80	Valid	23	0,67	Valid
9	0,78	Valid	24	0,52	Valid
10	0,68	Valid	25	0,68	Valid
11	0,78	Valid			
12	0,63	Valid			
13	0,64	Valid			
14	0,75	Valid			

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

15	0,64	Valid
----	------	-------

Berdasarkan Tabel 3.7 didapatkan informasi bahwa soal nomor 2, 7, 17, 20 dan 22 tidak valid. Hal ini menunjukkan bahwa indikator keterampilan memprediksi kestabilan molekul, tidak dapat terukur melalui ke-5 soal tersebut. Dengan demikian tersedia 20 soal yang bersifat valid. Instrumen tes keterampilan memprediksi kestabilan yang terdiri dari 20 soal ini selanjutnya dihitung koefisien reliabilitasnya menggunakan persamaan Cronbach-Alpha, dan didapatkan harga koefisien reliabilitasnya sebesar = 0,93. Setelah dibandingkan dengan kriteria, koefisien reliabilitas instrumen tes berkriteria sangat tinggi. Hal ini menjelaskan bahwa instrumen tes merupakan tes yang bersifat valid dan reliabel. Instrumen tes ini selanjutnya digunakan dalam pre-test dan post test untuk mendapat data keterampilan memprediksi kestabilan molekul bagi mahasiswa calon guru.

2. Angket

Dalam penelitian ini, instrumen dalam bentuk angket digunakan untuk menjangkau tanggapan terhadap (i) keterlaksanaan tutorial praktikum, (ii) keterlaksanaan LKM; (iii) implementasi program pembelajaran stereokimia berbasis visualisasi 3D. Angket ini diberikan pada mahasiswa dan dosen.

3. Lembar Observasi

Lembar Observasi, digunakan untuk mengobservasi aktivitas mahasiswa saat melakukan praktikum dan selama implementasi program pembelajaran berlangsung.

4. Rubrik penilaian kinerja

Rubrik penilaian kinerja dalam penelitian ini, digunakan untuk menilai hasil kerja mahasiswa dalam bentuk laporan hasil tutorial praktikum. Terdapat dua laporan hasil tutorial praktikum. Penilaian didasarkan pada butir indikator kemampuan menggambar struktur, memformat *input file* struktur, serta kemampuan menganalisis *out put* struktur, kemampuan memvisualisasikan struktur hasil perhitungan, serta kualitas analisis data hasil perhitungan.

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

5. Panduan Praktikum pengenalan Software Visualisasi Molekul dan komputasi kimia

Penyusunan instrumen perangkat pembelajaran berupa Panduan Tutorial Praktikum Pengenalan Software visualisasi molekul dan komputasi kimia bertujuan melatih mahasiswa (1) terampil membangun struktur molekul 3D; (2) memformat *input* file guna memperoleh data-data energi molekul, kedua langkah ini dilakukan melalui aplikasi dan menu yang tersedia dalam software Avogadro; (3) memasukkan *input file* dalam software NWRun, untuk selanjutnya dihitung energinya melalui program komputasi NWChem; (4) memvisualisasikan *output* data serta menganalisis parameter molekul melalui aplikasi software Jmol; (5) Analisis data-data energi hasil perhitungan guna memprediksi kestabilan molekul. Panduan praktikum yang telah disusun selanjutnya divalidasi oleh pakar Kimia Komputasi, karena melibatkan pemakaian software serta prinsip-prinsip kimia komputasi. Validator memberikan penilaian melalui form validasi. Ada 5 kriteria penilaian yang diberikan oleh validator disertai catatan-catatan perbaikan bagi panduan yang telah disusun. Rangkuman penilaian dan catatan perbaikannya, masukan dari validator, disajikan pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8. Rangkuman hasil validasi Panduan Tutorial Praktikum Pengenalan Software Visualisasi Molekul dan Komputasi Kimia oleh Pakar Kimia Komputasi

Aspek-aspek Penilaian	Panduan praktikum dinilai:	Catatan-catatan perbaikan
1	2	3
Kriteria umum	Sangat baik , pada pernyataan penggunaan bahasa yang baik dan benar, serta pada pernyataan kalimat mudah dimengerti	Himbauan untuk peristilahan yang masih ditulis dalam bahasa asing, namun dapat diterjemahkan dengan mudah, sebaiknya dituliskan terjemahannya. Contoh : <i>geometry optimization</i> menjadi “optimasi geometri” Himbauan agar memeriksa kembali konsistensi cara penulisan perintah-perintah pada komputer, seperti pilihan menu, ‘klik’, dll. Bila perlu ditulis dengan <i>font</i> berbeda untuk memperjelas.
Kemudahan mengakses <i>software</i>	Mudah , pada pernyataan “Kemudahan pengguna mengakses <i>software</i> ”	Peringatan bahwa untuk beberapa tempat, tidak semua mahasiswa terbiasa menggunakan software pada komputer, pada awalnya akan terasa ‘mendaki’ namun panduan dinyatakan sangat baik membantu hingga mahasiswa akan

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

		terbiasa.
--	--	-----------

Tabel 3.8. Rangkuman hasil validasi Panduan Tutorial Praktikum Pengenalan *Software* Visualisasi Molekul dan Komputasi Kimia oleh Pakar Kimia Komputasi (Lanjutan)

Aspek-aspek Penilaian	Panduan praktikum dinilai:	Catatan-catatan perbaikan
Kesinambungan langkah-langkah	Sangat baik , pada pernyataan “kemudahan langkah-langkah penentuan energi melalui <i>software</i> untuk diikuti, serta kejelasan panduan dalam pengoperasian <i>software</i> ”	Saran untuk uraian langkah-langkah tidak hanya dibantu oleh huruf tebal untuk perintah komputer, tetapi juga di langkah-langkah penting, hendaknya dilengkapi dengan gambar icon yang harus di klik, gambar layar, dll.
Relevansi aplikasi <i>software</i> dengan topik stereokimia	Sangat relevan , pada Pernyataan “relevansi fasilitas menu aplikasi dengan topik konformasi molekul dan keisomeran geometri”	Perhitungan dan visualisasi yang akan dilakukan mahasiswa, yang dijelaskan dalam panduan, amat relevan dengan topik yang hendak dikuatkan pemahamannya dan keterampilannya.
Kesesuaian aplikasi <i>software</i> dengan keterampilan yang akan dikembangkan	Sangat sesuai , pada pernyataan potensi pengembangan keterampilan memprediksi kestabilan molekul dan potensi pengembangan kemampuan spasial bagi mahasiswa calon guru	Dengan kerja komputasi yang bersifat kuantitatif, akan menumbuhkan keterampilan memprediksi. Dengan peluang “bermain” dengan struktur 3D di layar komputer, diyakini berperan dalam menumbuhkan kemampuan spasial.

F. Variabel Penelitian dalam Implementasi Program Pembelajaran

Variabel penelitian terdiri dari tiga yakni, variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah program pembelajaran stereokimia. Terdapat dua program pembelajaran, yakni pembelajaran stereokimia berbasis visualisasi 3D molekul dan pembelajaran stereokimia secara konvensional. Alat Visualisasi 3D menggunakan software Avogadro, Jmol, nwRun/NWChwm, dan animasi kekiralan. Pembelajaran stereokimia konvensional yang dimaksud dalam penelitian ini yakni program pembelajaran dengan menerapkan proses belajar mengajar sesuai dengan silabus dan SAP yang telah direncanakan oleh dosen pengampu.

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Variabel terikat dalam penelitian ini terdiri dari tiga variabel yakni (1) penguasaan konsep stereokimia, terdiri atas tiga subtopik yaitu penguasaan konsep pada subtopik (a) keisomeran geometri, (b) konformasi molekul dan (c) kekiralan. (2) Kemampuan spasial, mengacu kepada dimensi utama yang dikembangkan Lohman (dalam Harle & Towns, 2011) terdiri atas tiga dimensi utama, yakni (a) hubungan spasial, (b) orientasi spasial, dan visualisasi spasial. (3) Keterampilan memprediksi kestabilan molekul, yakni pada (a) isomer geometri, (b) konformasi molekul alifatik, dan (c) konformasi molekul siklik.

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah (1) topik stereokimia yang terdiri dari (a) keisomeran geometri, (b) konformasi molekul, dan (c) kekiralan. (2) media molymod, dan (3) alokasi waktu tatap muka, yakni 4@100 menit.

G. Teknik Analisis Data

1. Validitas dan reliabilitas instrumen

a. Validitas secara rasional (*logical*)

Dalam penelitian ini, Instrumen tes yang telah disusun pada tahap persiapan, divalidasi oleh ahli yang meliputi validitas konten (isi/kurikuler) dan validitas konstruksi. Keseluruhan ada tiga orang ahli yang memvalidasi instrumen. Dua orang ahli merupakan pakar pembelajaran terkait konten kimia Organik, dan satu orang yang lain merupakan pakar dalam bidang kimia komputasi.

b. Validitas dan reliabilitas secara empirik

Uji validitas tiap butir soal pilihan berganda pada instrumen tes penguasaan konsep stereokimia dan kemampuan spasial serta tes keterampilan memprediksi kestabilan struktur molekul organik secara empirik, dilakukan dengan menggunakan teknik korelasi *product momen* yang dikemukakan oleh Pearson (Sujana, 2006), yang dirumuskan:

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2)(N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Keterangan:

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

r_{xy} = koefisien *product momen*

X = skor tiap butir soal yang diperoleh tiap siswa

Y = skor total yang diperoleh tiap mahasiswa dari seluruh mahasiswa

N= jumlah siswa

Interpretasi nilai koefisien korelasi dari perhitungan menggunakan derajat validitas tes (Guilford, 1965), ditunjukkan pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9. Derajat validitas tes (Guilford, 1965)

Koefisien Korelasi	Kriteria Validitas
$0,8 < r_{xy} \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,6 < r_{xy} \leq 0,8$	Tinggi
$0,40 < r_{xy} \leq 0,6$	Cukup
$0,2 < r_{xy} \leq 0,4$	Rendah
$0,00 < r_{xy} \leq 0,20$	Sangat rendah

Pada penelitian ini, uji reliabilitas terhadap instrumen dilakukan untuk mengidentifikasi penentuan reliabilitas instrumen tes dilakukan dengan menggunakan rumus Cronbach-Alpha, yaitu:

$$r_{11} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n s_i^2}{s_t^2} \right)$$

Keterangan:

r_{11} : koefisien reliabilitas

n : banyaknya butir soal

s_i^2 : varians skor soal ke-i

s_t^2 : varians skor total

Dalam rangka menginterpretasikan instrumen yang diperoleh dari perhitungan di atas, digunakan derajat reliabilitas instrumen (Guilford, 1965), ditunjukkan pada Tabel 3.9.

Tabel 3.10. Derajat reliabilitas instrumen

Koefisien Korelasi	Kriteria reliabilitas
$0,8 < r_{xy} \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,61 < r_{xy} \leq 0,80$	Tinggi
$0,41 < r_{xy} \leq 0,60$	Cukup
$0,21 < r_{xy} \leq 0,4$	Rendah
$0,00 < r_{xy} \leq 0,21$	Sangat rendah

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

2. Analisis dampak pembelajaran stereokimia berbasis 3D untuk meningkatkan penguasaan konsep, kemampuan spasial, dan keterampilan memprediksi kestabilan molekul organik

a. Analisis peningkatan (N-gain)

Data peningkatan penguasaan konsep, kemampuan spasial dan keterampilan memprediksi kestabilan molekul organik, diperoleh melalui skor *pre-test* dan *post-test*. Untuk mengetahui besarnya peningkatan penguasaan konsep pada ketiga subtopik stereokimia, kemampuan spasial pada ketiga dimensi utama, serta keterampilan memprediksi kestabilan struktur 3D isomer geometri, konformasi molekul alifatik, dan siklik, dianalisis melalui perhitungan Gain dinormalisasi, $\langle g \rangle$, seperti yang digunakan Hake (1998).

$$\langle g \rangle = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretes}}{\text{skor maksimum} - \text{skor pretest}}$$

Nilai $\langle g \rangle$ yang diperoleh selanjutnya diinterpretasikan menurut kriteria Hake (1998), ditunjukkan pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11. Interpretasi nilai gain ternormalisasi menurut kriteria Hake (1998)

Nilai $\langle g \rangle$	Interpretasi
$\langle g \rangle \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 < \langle g \rangle \leq 0,3$	Sedang
$\langle g \rangle < 0,3$	Rendah

Untuk menguji peningkatan skor *pretes* –*posttest* (*gain*) setiap kelompok dan analisis perbedaan *gain* pada setiap uji, dilakukan dengan uji-t secara statistik menggunakan perangkat lunak SPSS versi 17. Uji statistik dilakukan pada taraf signifikansi, $\alpha=0,05$. Pada penelitian ini uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk, karena jumlah mahasiswa baik pada kelas kontrol dan kelas eksperimen kurang dari 50 mahasiswa (Sundayana, 2014).

1. Uji normalitas

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Uji normalitas data dilakukan pada data pretes dan N-gain. Pretes dan N-gain yang diukur dalam penelitian ini meliputi penguasaan konsep pada stereokimia, kemampuan spasial, dan keterampilan memprediksi kestabilan molekul organik pada kedua kelompok mahasiswa. Adapun contoh rumusan hipotesis untuk menguji pretes penguasaan konsep:

H_0 : Data pretes penguasaan konsep keisomeran geometri berdistribusi Normal

H_a : Data pretes penguasaan konsep keisomeran geometri tidak berdistribusi Normal

Adapun contoh rumusan hipotesis untuk menguji N-gain penguasaan konsep:

H_0 : Data N-gain penguasaan konsep keisomeran geometri berdistribusi Normal

H_a : Data N-gain penguasaan konsep keisomeran geometri tidak berdistribusi Normal

Kriteria Uji: -Jika signifikansi $>0,05$, maka H_0 diterima
- Jika signifikansi $<0,05$, maka H_0 ditolak

Pengujian hipotesis dilakukan secara two-tail (dua arah). Apabila terdapat data yang tidak berdistribusi normal maka dilakukan uji non parametrik, Mann-Whitney-U

2. Uji t (uji perbedaan dua rata-rata)

Dalam penelitian ini, uji t dilakukan pada N-gain penguasaan konsep, kemampuan spasial, dan keterampilan memprediksi kestabilan molekul organik pada dua kelompok mahasiswa. Adapun contoh rumusan hipotesis:

H_0 : $\mu_1 = \mu_2$:Tidak ada perbedaan rata-rata N-gain penguasaan konsep konformasi antara kelompok mahasiswa yang pembelajarannya kelas kontrol dan kelas eksperimen

H_a : $\mu_1 > \mu_2$: Skor rata-rata N-gain penguasaan konsep konformasi kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol

M. Setyarini, 2017

PEMBELAJARAN STEREOKIMIA BERBASIS VISUALISASI 3D UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL DAN KETERAMPILAN MEMPREDIKSI KESTABILAN MOLEKUL ORGANIK MAHASISWA CALON GURU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Kriteria pengujian: - Jika signifikansi $< 0,05$ maka H_0 ditolak

-Jika signifikansi $> 0,05$ maka H_0 diterima

Pengujian hipotesis dilakukan secara *one-tail* (satu arah).

2. Analisis keefektifan melalui penentuan ukuran dampak (*Effect size*)

Ukuran dampak (*effect size*) merupakan salah satu cara sederhana untuk mengukur efektivitas dampak pemberian intervensi atau suatu perlakuan antara dua kelompok atau satu kelompok dari waktu ke waktu. Ukuran dampak mampu mengukur peningkatan (*gain*) kemampuan peserta didik yang dinyatakan dalam skala standar (Coe, 2002). Dalam penelitian ini, *effect size* digunakan untuk mengetahui keefektifan program pembelajaran stereokimia berbasis 3D untuk meningkatkan penguasaan konsep, kemampuan spasial dan keterampilan memprediksi kestabilan bagi mahasiswa calon guru. Ukuran dampak dinyatakan dengan harga koefisien ukuran dampak (d) yang dihitung dengan mengambil perbedaan dua nilai rata-rata (*mean*) dibagi dengan standar deviasi gabungan (*pooled*), ditunjukkan dengan persamaan:

$$Effect\ size\ (d) = \frac{(M_1 - M_2)}{SD_{pooled}}$$

Keterangan M_1 = rata-rata nilai mahasiswa pada kelompok eksperimen, M_2 = rata-rata nilai mahasiswa pada kelompok kontrol, $SD_{pooled} = \frac{SD_1 + SD_2}{2}$, SD_1 = Standar deviasi nilai rata-rata mahasiswa pada kelompok eksperimen, SD_2 = Standar Deviasi rata-rata nilai dari mahasiswa pada kelompok kontrol.

. Harga koefisien ukuran dampak (d), selanjutnya diinterpretasikan menggunakan kriteria Cohen (1969), ditunjukkan dalam Tabel 3.12.

Tabel 3.12. Interpretasi ukuran dampak menurut kriteria Cohen (1969)

<i>Effect size (d)</i>	Kriteria
$0,0 \leq d < 0,2$	kecil
$0,2 \leq d < 0,8$	sedang
$0,8 \leq d < 2,0$	tinggi