

## BAB V

### SIMPULAN , IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI

#### A. Simpulan

Penelitian disertasi ini, telah berhasil mengembangkan program pembelajaran stereokimia berbasis visualisasi 3D molekul dan bersifat efektif untuk meningkatkan kemampuan konsep, kemampuan spasial, dan keterampilan memprediksi kestabilan molekul organik bagi mahasiswa calon guru. Program pembelajaran stereokimia terdiri dari dua tahap yakni tahap tutorial praktikum pengenalan *software* dan tatap muka. Program didukung oleh *software* visualisasi 3D dan *software* komputasi kimia. *Software* visualisasi 3D meliputi *software* penggambaran struktur 3D, Avogadro, dan Animasi kekiralan. Kemampuan *software* Avogadro dan Jmol memfasilitasi *icon* rotasi secara interaktif, membantu mahasiswa melihat secara nyata tatanan ruang molekul 3D, sehingga kemampuan spasial dilatihkan. *Software* komputasi kimia, NWChem, membantu mahasiswa untuk memberikan data energi molekul yang diperlukan untuk menjelaskan fenomena kestabilan molekul. Pembelajaran tatap muka dilengkapi dengan LKM yang mengarahkan mahasiswa aktif menuliskan hasil pengamatan dan membangun konsep-konsep. Program pembelajaran bersifat efektif dengan kriteria tinggi. Respon mahasiswa dan dosen sangat positif terhadap implementasi program pembelajaran stereokimia berbasis visualisasi 3D.

Berdasarkan analisis data dan pembahasan hasil analisis data yang diperoleh melalui kegiatan dalam langkah-langkah penelitian ini, diperoleh simpulan bahwa:

1. Program pembelajaran stereokimia yang berorientasi teori belajar bermakna Ausubel, meliputi dua tahap pembelajaran yakni tutorial praktikum dan tatap muka. Alat visualisasi 3D pendukung pembelajaran berupa keterpaduan tiga buah *software* bersifat *open source*, yakni *software* Avogadro; nwRun; dan Jmol, serta Animasi Kekiralan. Program dilengkapi panduan tutorial praktikum pengenalan *software* visualisasi dan komputasi kimia, serta LKM.

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. Peningkatan penguasaan konsep stereokimia menggunakan program pembelajaran stereokimia berbasis visualisasi 3D molekul pada mahasiswa calon guru, tertinggi terdapat pada subtopik keisomeran geometri ( $N\text{-gain}=0,61$ ), terendah pada subtopik kekiralan ( $N\text{-gain}=0,37$ ), keduanya berada pada kriteria sedang.
3. Peningkatan kemampuan spasial menggunakan program pembelajaran stereokimia berbasis visualisasi 3D molekul pada mahasiswa calon guru, tertinggi terdapat pada dimensi utama hubungan spasial ( $N\text{-gain}=0,53$ ), terendah pada dimensi utama visualisasi spasial ( $N\text{-gain}=0,37$ ), keduanya berada pada kriteria sedang.
4. Peningkatan keterampilan memprediksi kestabilan menggunakan program pembelajaran stereokimia berbasis visualisasi 3D molekul pada mahasiswa calon guru, tertinggi terdapat pada keterampilan memprediksi kestabilan molekul keisomeran geometri ( $N\text{-gain}=0,67$ ), terendah pada keterampilan memprediksi kestabilan konformasi molekul siklik ( $N\text{-gain}=0,43$ ), keduanya berada pada kriteria sedang.
5. Mahasiswa dan dosen memberikan tanggapan positif terhadap program pembelajaran stereokimia berbasis visualisasi 3D molekul untuk meningkatkan penguasaan konsep, kemampuan spasial, dan keterampilan memprediksi kestabilan molekul organik bagi mahasiswa calon guru.
6. Kelebihan program pembelajaran stereokimia berbasis visualisasi 3D molekul menggunakan software berbasis *open source*, Avogadro, nwRun, dan Jmol, membantu mahasiswa calon guru menggambarkan struktur 3D yang akurat, memperkaya pemahaman akan sejumlah parameter molekul, membantu memberikan wawasan mendalam hubungan antara aspek spasial dengan aspek kuantitatif, yakni energi molekul. Program pembelajaran berbasis visualisasi 3D dengan animasi kekiralan molekul membantu mahasiswa akan pengkonstruksian konsep-konsep, mengembangkan dimensi-dimensi utama kemampuan spasial, serta keterampilan mentranslasi antar representasi.

**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

Keterbatasan program pembelajaran stereokimia berbasis visualisasi 3D molekul terletak pada: a. Alokasi waktu pembelajaran yang belum setara antara kelas kontrol dan kelas eksperimen pada tahap awal sebelum tahap tatap muka, b. sedikitnya frekuensi pelaksanaan tutorial praktikum serta sempitnya materi praktikum; c. perhitungan energi struktur molekul terbatas pada struktur stabil, belum mengkaji spesies dalam keadaan transisi sebagai jembatan pemahaman penentuan struktur pada reaksi kimia organik seperti substitusi ( $SN_1$ ,  $SN_2$ ) dan eliminasi ( $E_1$ ,  $E_2$ ).

## B. Implikasi

Temuan-temuan dari hasil penelitian ini, memberikan beberapa implikasi sebagai berikut:

1. Tahapan program pembelajaran Stereokimia berbasis Visualisasi 3D molekul menggunakan alat visualisasi dan animasi yang didahului dengan tutorial praktikum pengenalan *software* visualisasi 3D molekul dan komputasi kimia, dapat menjadi percontohan khususnya bagi dosen-dosen LPTK dalam membelajarkan topik stereokimia guna membantu kesulitan mahasiswa calon guru dalam memahami konsep-konsep dalam topik stereokimia yang bersifat abstrak dan pada level mikroskopik.
2. *Software* bersifat *open source*, seperti *chemical structure drawing software*, Avogadro; nwRun; dan Jmol; tidak terbatas digunakan dalam lingkup pembelajaran topik stereokimia, akan tetapi dapat diterapkan pada matakuliah lain di perguruan tinggi yang didasari pada penentuan struktur dan kestabilan molekul.

## C. Rekomendasi

1. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut kesetaraan alokasi waktu kelas eksperimen dan kontrol bila program pembelajaran stereokimia berbasis Visualisasi 3D molekul ini diterapkan di perkuliahan Kimia Organik Lanjut di LPTK.

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. Perlu kesiapan sarana seperti kecukupan komputer dari aspek jumlah maupun spesifikasi. Selain itu, sangat penting adanya *team teaching* dalam pembimbingan pada saat tutorial praktikum karena tidak menutup kemungkinan terjadinya “*error*” pada saat praktikum, yang berbeda antara satu mahasiswa dengan mahasiswa yang lain.
3. *Software* Avogadro; nwRun; dan Jmol; dapat digunakan untuk pembelajaran struktur molekul di SMA yang inovatif.