

## **Analisis Kemampuan Multipel Representasi Mahasiswa FKIP Kimia Universitas Samudra Semester II Pada Materi Asam Basa dan Titrasi Asam Basa**

**Ratih Permana Sari\*<sup>1</sup>, Seprianto<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Samudra, Langsa 24415  
Email: ratihps@unsam.ac.id

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pemahaman makroskopik, mikroskopik dan simbolik mahasiswa dengan tujuan memberikan pemahaman konseptual yang utuh dan menyeluruh kepada mahasiswa, sehingga mahasiswa tidak membuat interpretasi sendiri dalam memberikan gambaran mikroskopik. Penelitian dilaksanakan di kota Langsa bertempat di Laboratorium Lanjut Prodi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Samudra. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling* yaitu mahasiswa semester II dengan pertimbangan kelas hanya terdiri dari satu unit dan materi titrasi asam basa hanya ada pada semester II. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu dengan pendekatan kuantitatif. Teknik pengumpulan data menggunakan soal tes berbentuk pilihan berganda. Hasil penelitian didapati bahwa profil kemampuan representasi mahasiswa pada praktikum titrasi asam basa untuk tingkat makroskopik, submikroskopik, dan simbolik berturut-turut sebesar 92% dengan kategori sangat baik, 82% dengan kategori cukup, dan 86% dengan kategori sangat baik. Dari ketiga indikator representasi kimia, indikator submikroskopis memiliki persentase lebih rendah dibandingkan dengan indikator lainnya, hal ini disebabkan mahasiswa sulit menerangkan fenomena reaksi kimia dari suatu larutan dengan gambar molekul atau ion.

**Kata Kunci:** Analisis, Multipel representasi, titrasi asam basa.

**Abstract.** This study aims to determine the level of macroscopic, microscopic and symbolic understanding of students with the aim of providing a complete and comprehensive conceptual understanding to the students, so that students do not make their own interpretation in giving microscopic description. The study was conducted in Langsa city at the Chemistry Advanced Chemical Study Laboratory in Samudra University. Sampling technique using purposive sampling that is student of second semester with class consideration only consist of one unit and acid base titration material only exist in second semester. The research method used is quasi-experimental with quantitative approach. Data collection techniques use multiple choice questionnaires. The result showed that the profile of student representation ability on acidic acid titration for macroscopic, submicroscopic, and symbolic level was 92% with very good category, 82% with enough category, and 86% with very good category. Of the three indicators of chemical representation, submicroscopic indicators have a lower percentage than other indicators, because it is difficult for students to explain the phenomenon of chemical reactions of a solution with molecular or ionic images.

**Keywords:** Analysis, multiple representation, acid-base titration.

### **PENDAHULUAN**

Berdasarkan karakteristik dari ilmu kimia, pembelajaran kimia sudah seharusnya dilaksanakan dalam rangka peningkatan keterampilan berpikir melalui pemecahan masalah yang berkaitan dengan fenomena kimia. Pemecahan masalah tersebut dapat dilakukan melalui penyelesaian masalah yang bersifat nyata. Masalah-masalah nyata itu dapat bersifat nyata kasatmata dan dapat pula bersifat nyata namun tidak kasat mata, sebagaimana dinyatakan oleh Johnstone bahwa fenomena kimia meliputi tiga level, yaitu makroskopik yang bersifat nyata kasat mata, submikroskopik yang bersifat nyata tetapi tidak kasat mata (abstrak), dan simbolik (Johnstone, 2006).

Penyelesaian masalah tentang fenomena kimia dalam pembelajaran akan dapat memberikan mahasiswa beberapa keuntungan. Pertama, mahasiswa dapat lebih memahami adanya hubungan yang erat antara kimia dengan situasi, kondisi, dan kejadian di lingkungan sekitarnya. Kedua, mahasiswa akan terampil dalam menyelesaikan masalah secara mandiri melalui proses berpikir tingkat tinggi. Ketiga, mahasiswa dapat membangun konsep kimia secara mandiri sehingga rasa percaya diri untuk berpikir sains dapat ditumbuhkan. Pada kenyataannya cara guru membelajarkan materi kimia disekolah masih tradisional, yaitu dengan memfokuskan

pembelajaran pada pelatihan menuliskan rumus molekul, pelatihan hitungan kimia, dan menghafal reaksi.

Berkenaan dengan ini Liliarsari mengatakan bahwa dalam kimia di Indonesia umumnya masih menggunakan pendekatan tradisional, yaitu mahasiswa dituntut lebih banyak mempelajari konsep-konsep dan prinsip-prinsip sains secara verbalistik (Liliarsari, 2007). Berdasarkan hal di atas, pembelajaran kimia sebaiknya menggunakan pendekatan yang menekankan pada tiga level fenomena kimia. Dalam hal ini, pemahaman seseorang terhadap kimia ditentukan oleh kemampuannya mentransfer dan menghubungkan antara fenomena makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Sunyono, 2012).

Upaya pemecahan masalah kimia sebagai salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi akan lebih mudah dilakukan, jika pembelajaran kimia dilaksanakan dengan melatih mahasiswa menggunakan kemampuan representasi secara ganda (multiple). Kunci pokok dalam pemecahan masalah kimia, sebenarnya adalah pada kemampuan merepresentasikan fenomena kimia pada level submikroskopik (Treagust, et al., 2003).

Namun kenyataannya, berbagai hasil penelitian juga menunjukkan bahwa umumnya mahasiswa bahkan pada mahasiswa yang performansinya bagus dalam ujian mengalami kesulitan dalam memahami ilmu kimia akibat ketidakmampuan memvisualisasikan struktur dan proses pada level submikroskopik dan tidak mampu menghubungkannya dengan level fenomena kimia yang lain (Treagust, 2008).

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan diperoleh bahwa pembelajaran kimia yang berlangsung selama ini belum mampu memfasilitasi mahasiswa dalam belajar untuk mencapai kemampuan dalam merepresentasikan ketiga level fenomena kimia (Sunyono, dkk.2011). Kemampuan tersebut direpresentasikan sebagai model mental. Hasil studi tersebut menunjukkan bahwa model mental mahasiswa belum dibangun secara baik, sehingga masih didominasi oleh level makroskopik. Model mental mahasiswa tersebut tercermin dari ketidakmampuan sebagian besar mahasiswa (82,15%) dalam menginterpretasikan gambar submikroskopik untuk mengidentifikasi perubahan-perubahan kimia yang terjadi. Mahasiswa cenderung lebih banyak menggunakan transformasi makroskopik ke simbolik atau sebaliknya, namun tidak mampu dalam mentransformasikan level makroskopik dan simbolik ke level submikroskopik.

Kesulitan-kesulitan mahasiswa dalam mentransformasikan ketiga level fenomena kimia tersebut disebabkan belum dilatihnya mereka dalam belajar dengan representasi level submikroskopik dan pembelajaran kimia yang berlangsung cenderung memisahkan ketiga level fenomena kimia (Sunyono, dkk. 2011). Berkaitan hal tersebut Coll (2008) menyatakan bahwa kemampuan mahasiswa untuk mengoperasikan atau menggunakan model mental mereka dalam rangka menjelaskan peristiwa-peristiwa yang melibatkan penggunaan model visual, sangat terbatas, sehingga perludanya latihan menginterpretasikan gambar visual submikro melalui pembelajaran yang melibatkan 3 level fenomena kimia.

Representasi makroskopis, mikroskopis, dan simbolik disebut pula multipel representasi. Sunyono (2010) mendefinisikan multipel representasi sebagai praktik mempresentasikan kembali (*re-presenting*) konsep yang sama melalui berbagai bentuk, yang mencakup mode verbal, mode visual, simbolik, grafis, dan numerik untuk menggambarkan konsep pada level makroskopik, mikroskopik, dan simbolik. Representasi makroskopis menyangkut pengamatan dengan indra. Herawati (2013) menjelaskan segala sesuatu gejala kimia yang disadari atau teramati panca indra merupakan fenomena pada level representasi makroskopik. Representasi mikroskopis pada level mikroskopik, proses kimia yang teramati secara makroskopik dijelaskan berdasarkan sifat, bentuk, perubahan, dan interaksi dari partikel-partikel mikroskopik seperti molekul, atom, atau elektron. Menurut Desyana (2013), representasi mikroskopis (atom atau molekul) terhadap fenomena makroskopik yang teramati.

Representasi simbolik menjelaskan representasi kimia pada level simbolik merujuk pada atom, molekul, dan senyawa seperti persamaan kimia, rumus kimia, simbol, dan nomor. Vina (2014) menyebutkan representasi kimia pada level simbolik meliputi gambar, aljabar, model fisik, dan bentuk computational seperti rumus kimia, persamaan reaksi, grafik, mekanisme reaksi, dan lain. Salah satu materi pokok dalam kimia di tingkat universitas yang membutuhkan kemampuan multipel representasi adalah materi asam basa.

Materi asam-basa merupakan salah satu materi yang cenderung sulit dipahami mahasiswa. Sheppard (2006) mengungkapkan bahwa topik asam-basa merupakan materi yang padat secara konseptual dan membutuhkan pemahaman yang diintegrasikan pada banyak konsep pengantar kimia seperti karakteristik partikel dalam materi, sifat dan komposisi larutan, struktur atom, ikatan ionik dan kovalen, simbol, formula dan persamaan reaksi, ionisasi serta kesetimbangan. Disamping padat secara konseptual materi asam-basa juga bersifat abstrak sehingga menyebabkan mahasiswa cenderung sulit memahaminya. Sheppard (2006) menyatakan kesulitan mahasiswa dalam memahami materi asam-basa ditunjukkan dengan banyak terjadinya kesalahan konsep pada materi ini.

Konsep asam-basa merupakan konsep yang mendasari materi titrasi asam-basa. Jika konsep asam-basa yang mendasari materi titrasi asam-basa belum dipahami mahasiswa, maka mahasiswa cenderung mengalami kesulitan untuk memahami materi titrasi asam-basa. Kesalahan konsep juga terjadi pada materi titrasi asam-basa. Schmidt (dalam Sheppard, 2006) dalam penelitiannya melaporkan bahwa mahasiswa menganggap produk dari reaksi netralisasi selalu memiliki pH 7 dan mahasiswa menggambarkan netralisasi sebagai pengaruh yang tersembunyi, selain itu mahasiswa juga memiliki kesulitan dalam memahami apa yang terjadi terhadap nilai pH selama proses titrasi berlangsung.

Afdilla dkk (2015) juga menemukan bahwa enam dari enam belas mahasiswa menggambarkan proses netralisasi sebagai pencampuran fisika dari asam dan basa yang tidak menghasilkan produk, tidak memiliki persamaan reaksi karena yang terjadi adalah perubahan fisika dan proses direpresentasikan menggunakan diagram dengan tanpa bereaksi spesies-spesies kimia. Mahasiswa lainnya menggambarkan netralisasi sebagai proses dominasi asam terhadap basa dimana asam lebih kuat daripada basa. Ketika mahasiswa ditanya kapan indikator akan berubah warna, jawaban yang paling sering terjadi adalah pada pH 7. Sebagian besar mahasiswa menduga bahwa indikator akan berubah warna ketika larutan menjadi netral. Beberapa mahasiswa menjelaskan kurva titrasi pada waktu sebelum titik ekuivalen, pada titik ekuivalen dan setelah titik ekuivalen merupakan sifat berdasar waktu (*time-dependent nature*) untuk interaksi antara asam dan basa.

Berdasarkan hasil laporan Sunyono, dkk (2014) dan beberapa hasil penelitian yang mendukung bahwa mahasiswa memiliki pemahaman yang relatif rendah terkait interaksi kimia, netralisasi dan pH, maka dari itu dirasa penting untuk melakukan suatu kajian mengenai analisis kemampuan mahasiswa dalam mengembangkan kemampuan multiple representasi kimia pada titrasi asam basa. Berdasarkan uraian permasalahan sebelumnya, rumusan permasalahan penelitian ini adalah bagaimanakah kemampuan multiple representasi mahasiswa yang meliputi tiga level, yaitu makroskopik yang bersifat nyata kasat mata, submikroskopik yang bersifat nyata tetapi tidak kasat mata (abstrak), dan simbolik pada materi titrasi asam basa dan apa saja kesalahan pemahaman materi titrasi asam basa dalam menggunakan kemampuan multipel representasi (makroskopik, mikroskopik dan simbolik mahasiswa).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Tingkat pemahaman makroskopik, mikroskopik dan simbolik mahasiswa dengan tujuan untuk memberikan pemahaman konseptual yang utuh dan menyeluruh kepada mahasiswa, sehingga mahasiswa tidak membuat interpretasi sendiri dalam memberikangambaran mikroskopik dan mengurangi terjadinya miskonsepsi, karena banyak miskonsepsi yang terjadi dalam kimia berasal dari ketidakmampuan untuk memvisualisasikan struktur dan proses pada level mikroskopik serta dapat menjelaskan suatu konsep mikroskopik dan mengaplikasikannya dalam memecahkan masalah masalah matematik.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di kota Langsa bertempat di Laboratorium Lanjut Prodi Pendidikan Kimia Universitas Samudra dari bulan Februari 2017 sampai Agustus 2017. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa pendidikan kimia baik Tingkat I maupun Tingkat II Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Samudra. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik pengambilan sampel *Purposive sampling* atau dengan pertimbangan tertentu. Sampel yang digunakan adalah mahasiswa tingkat I atau semester II dengan pertimbangan kelas hanya terdiri dari satu unit dan materi titrasi asam basa hanya ada pada semester II.

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian deskriptif dan rancangan penelitian eksperimen semu. Rancangan penelitian deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan pemahaman makroskopik, simbolik dan mikroskopik mahasiswa serta kesalahan pemahaman mahasiswa pada soal-soal makroskopik, simbolik dan submikroskopik pada materi titrasi asam-basa, sedangkan rancangan penelitian eksperimen semu yaitu *non-equivalent control group design* digunakan untuk mengetahui tingkat kemampuan multiple representasi mahasiswa level makroskopik, simbolik dan submikroskopik mahasiswa pada materi titrasi asam-basa.

Teknik yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik pengukuran dengan menggunakan soal tes berbentuk tes pilihan berganda. Pengujian dalam validitas isi dihitung dengan menggunakan pendekatan Content Validity Ratio (CVR). Instrumen dinyatakan valid dengan nilai  $CVR = 1,00 > 0,99$ . Pada penelitian ini digunakan uji reliabilitas tes secara *internal consistency*. Teknik yang digunakan dalam pengujian reliabilitas penelitian ini adalah teknik *Alpha Cronbach* dengan menggunakan program SPSS. Teknik analisis data Menghitung persentase kemampuan representasi mahasiswa tiap indikator suatu sekolah yang diukur dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kemampuan} = \frac{\text{rata-rata jumlah skor siswa untuk setiap indikator representasi}}{\text{jumlah skor total tiap indikator representasi}} \times 100\%$$

Menghitung persentase kemampuan tiap representasi per mahasiswa berdasarkan indikator-indikator representasi tersebut dengan rumus:

$$\% \text{ Kemampuan} = \frac{\text{rata-rata skormasing-masing siswa}}{\text{jumlah skortotal tiap indikator representasi}} \times 100\%$$

Menentukan kategori kemampuan tiap representasi per mahasiswa yang diperoleh dari hasil perhitungan langkah 4 sesuai skala kategori kemampuan mahasiswa berikut:

**Tabel 1. Skala Kategori Kemampuan Multipel Representasi**

Nilai (%)	Kategori
81-100	Sangat baik
61-80	Baik
41-60	Cukup
21-40	Kurang
0-20	Sangat Kurang

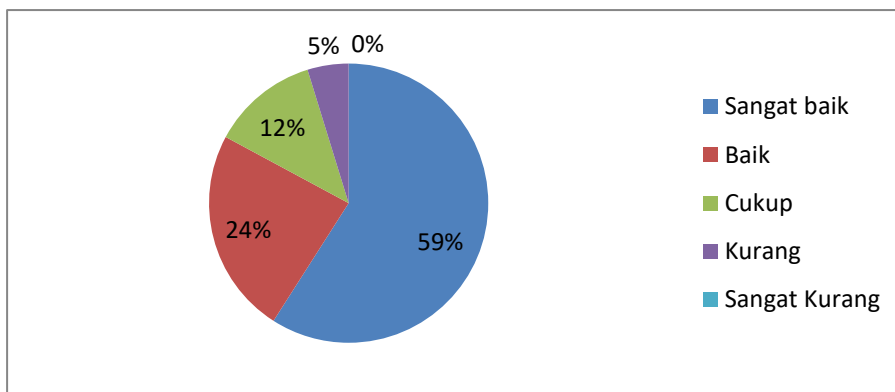
Sumber: Arikunto, 2009

Menentukan persentase rata-rata kemampuan multipel representasi seluruh mahasiswa Tingkat I semester II dalam menyelesaikan soal titrasi asam basa pada setiap indikator dengan cara merata-ratakan hasil persentase kemampuan mahasiswa tiap sekolah per indikator.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

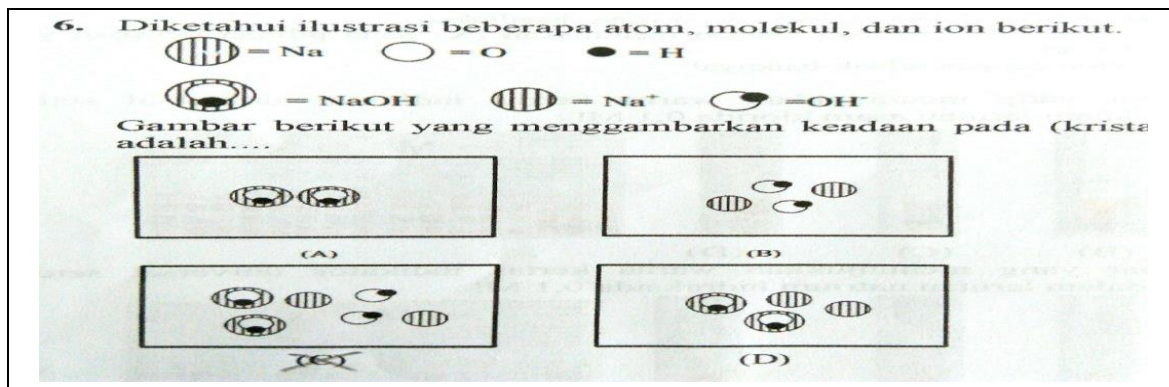
### 1. Analisis Kemampuan

Adapun hasil dari penelitian pada praktikum awal materi asam basa didapati sebaran kemampuan representasi mahasiswa pada level makroskopik, simbolik dan submikroskopik pada praktikum awal asam basa yang dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Sebaran Kemampuan Representasi Mahasiswa Pada Level Makroskopik, Simbolik dan Submikroskopik Pada Praktikum Awal Asam Basa

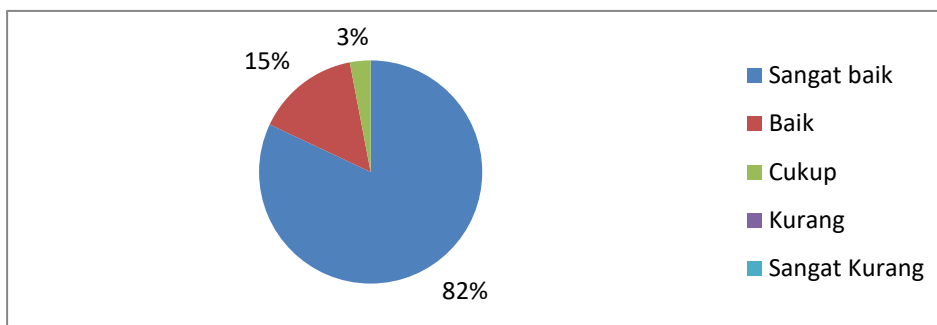
Pada praktikum awal materi asam basa separuh lebih dari jumlah mahasiswa semester II memiliki kemampuan representasi kimia pada kategori sangat baik dengan presentase 59%, sementara itu ada 24% yang memiliki kemampuan representasi dengan kategori baik, 12 % dengan kategori cukup dan 5% dengan kategori kurang. Berdasarkan hasil wawancara kepada mahasiswa didapati bahwa merasa kesulitan dalam menyelesaikan soal representasi pada indikator sub-mikroskopik. Pada dimensi ini mahasiswa sulit menerangkan fenomena yang tidak dapat diamati karena terdiri dari tingkat partikular untuk dapat menjelaskan keadaan partikel. Adapun bentuk jawaban yang paling banyak salah diisi oleh mahasiswa seperti pada gambar 2 berikut.



**Gambar 2.** Jawaban Siswa Untuk Indikator Soal Sub-mikroskopis

Seharusnya jawaban yang paling benar adalah A, dengan penjelasan bahwa kristal natrium hidroksida pada bentuk kristal tidak terionisasi dalam bentuk ion-ionnya atau dengan kata lain bentuk molekulnya masih menyatu. Soal yang paling banyak menjawab benar adalah soal pada indikator representasi makroskopis dan simbolik hal ini dikarenakan indikator ini bersifat nyata dan kasat mata, dimensi ini menunjukkan fenomena-fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-harimaupun yang dipelajari di laboratorium menjadi bentuk makro yang dapat diamati. Bagi mahasiswa pada dimensi ini mereka bisa melihat secara langsung proses terjadinya perubahan asam dan basa melalui indikator universal yang digunakan.

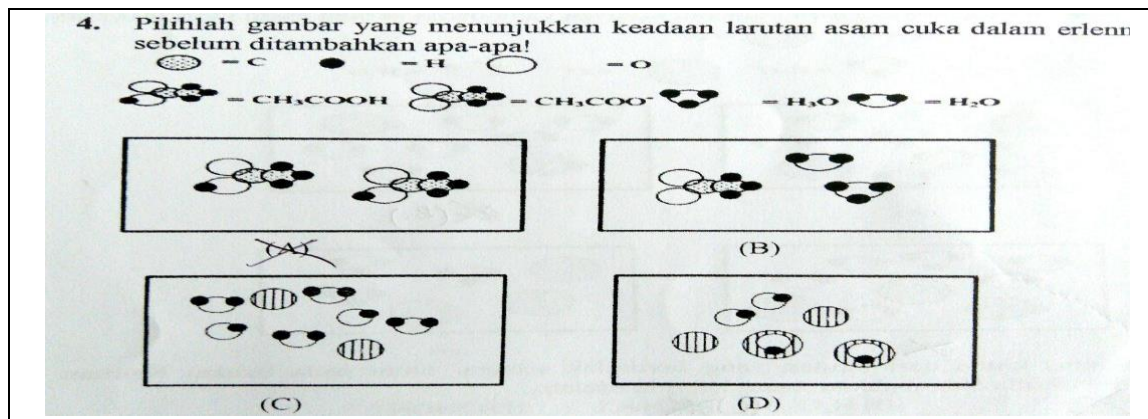
Pada praktikum kedua proses titrasi asam basa sebaran kemampuan representasi mahasiswa pada level makroskopik, simbolik dan submikroskopik dapat dilihat pada Gambar 3. berikut:



**Gambar 3.** Sebaran Kemampuan Representasi Mahasiswa Pada Level Makroskopik, Simbolik dan Submikroskopik Pada Praktikum Titrasi Asam Basa

Pada praktikum titrasi asam basa mahasiswa memiliki kemampuan representasi kimia lebih baik dibandingkan praktikum awal yaitu 82% pada kategori sangat baik, sementara itu ada 15% yang memiliki kemampuan representasi dengan kategori baik dan 3% dengan kategori cukup. Berdasarkan hasil wawancara kepada mahasiswa didapati bahwa merasa masih kesulitan dalam menyelesaikan soal representasi pada indikator sub-mikroskopik. Namun fenomena yang ada pada soal sub-mikroskopis yaitu menggambarkan keadaan suatu zat dan hasil reaksi dapat dijelaskan oleh mahasiswa.

Seharusnya jawaban yang paling benar adalah B, dengan penjelasan bahwa asam cuka pada bentuk larutan akan terionisasi dalam bentuk ion-ionnya. Soal yang paling banyak menjawab benar adalah soal pada indikator representasi makroskopis dan simbolik karena pada dimensi ini mereka bisa melihat secara langsung proses terjadinya perubahan warna pada titik ekuivalen dan titik akhir titrasi melalui percobaan yang telah dilakukan. Adapun bentuk jawaban yang paling banyak diisi oleh mahasiswa seperti pada Gambar 4. berikut.



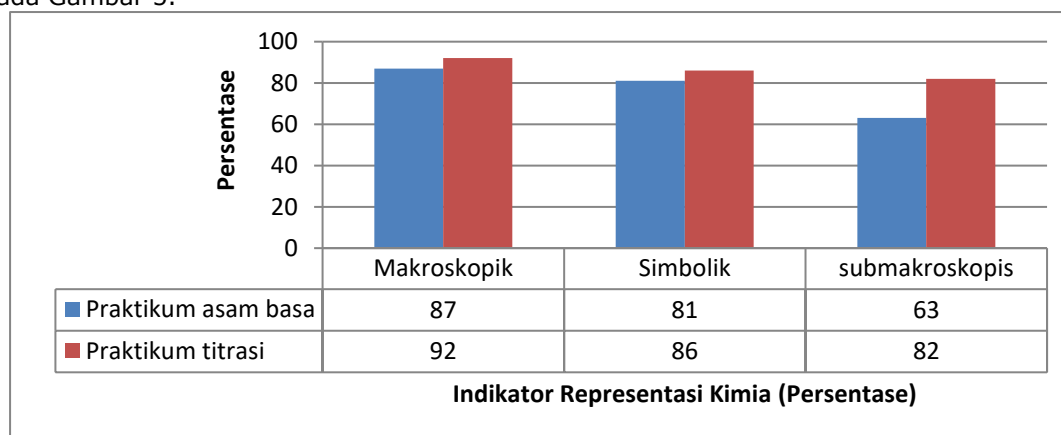
**Gambar 4.** Jawaban Siswa Untuk Indikator Soal Sub-mikroskopis

Hal tersebut dikarenakan mahasiswa masih kesulitan untuk mentransfer representasi makroskopik dan simbolik kedalam representasi submikroskopik. Namun pada praktikum ketiga ini sudah lumayan bagus hasilnya, naik signifikan dibanding dengan hasil praktikum yang kedua. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa sudah mulai terbiasa dengan model soal representasi submikroskopik dan peserta didik sudah dapat menafsirkan hasil praktikum kedalam representasi submikroskopik.

## 2. Rerata Seluruh Praktikum Kemampuan Representasi Kimia Pada Praktikum Asam Basa dan Titrasi Asam Basa

Berdasarkan hasil kemampuan representasi yang diperoleh pada praktikum asam basa dan praktikum titrasi asam basa dapat diketahui rerata kemampuan representasi mahasiswa untuk seluruh praktikum yakni sebesar 78 % dengan kategori baik. Berdasarkan skor yang diperoleh peserta didik dari pengerjaan soal kemampuan representasi diubah menjadi presentase kemampuan representasi. Soal-soal kemampuan representasi yang diberikan dikelompokkan berdasarkan levelnya yaitu level makroskopik, submikroskopik dan simbolik.

Untuk representasi level submikroskopik misalnya mendeskripsikan suatu larutan dengan gambar molekul atau ion. Pada level makroskopik contoh soalnya adalah tentang pengamatan perubahan warna. Pada representasi level simbolik misalnya menuliskan rumus kimia dari suatu zat, menuliskan persamaan reaksi, menghitung kadar suatu larutan, menentukan pH. Presentase yang didapatkan untuk setiap level kemampuan representasi pada setiap praktikum dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Presentase dan Sebaran Setiap Level Kemampuan Representasi Praktikum

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa rerata kemampuan representasi mahasiswa pada level makroskopik untuk praktikum asam basa adalah 87% dan titrasi asam basa adalah 92% artinya hampir seluruh mahasiswa menguasai kemampuan representasi makroskopik. Dari kedua praktikum tersebut mahasiswa sudah dapat mentransfer hasil praktikum ke dalam representasi tingkat makroskopik. Pada representasi submikroskopik memiliki rata-rata 63% dan 82% yang artinya sebagian besar mahasiswa telah menguasai kemampuan representasi submikroskopik tersebut.

Namun hasil kemampuan representasi submikroskopik ini cukup rendah, hal ini disebabkan mahasiswa masih kesulitan dalam mentransfer hasil yang diperoleh dari level makroskopik ke

dalam level submikroskopik. Selanjutnya rata-rata kemampuan representasi simbolik yaitu sebesar 81% dan 86% yang artinya hampir seluruh peserta didik menguasai kemampuan representasi simbolik. Representasi makroskopik ini memang cukup mudah dibandingkan dengan kemampuan representasi yang lainnya karena peserta didik hanya menjawab soal dengan menuliskan apa yang mereka lihat secara langsung.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan di Laboratorium Lanjut FKIP Unsam mengenai analisis kemampuan representasi kimia mahasiswa pada praktikum titrasi asam basa, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Profil kemampuan representasi mahasiswa pada praktikum titrasi asam basa untuk tingkat makroskopik, submikroskopik, dan simbolik berturut-turut sebesar 92% dengan kategori sangat baik, 82% dengan kategori cukup, dan 86% dengan kategori sangat baik.
2. Dari ketiga indikator representasi kimia, indikator submikroskopis memiliki persentase lebih rendah dibandingkan dengan indikator lainnya, hal ini disebabkan mahasiswa sulit menerangkan fenomena yang tidak dapat diamati seperti reaksi kimia dari suatu larutan dengan menggunakan gambar molekul atau ion.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman. 2010. "The Role of Quantum Physics Multiple Representations to Enhance Concept Mastery, Generic Science Skills, and Critical Thinking Disposition for Pre-Service Physics Teacher Students." *Disertation for the Doctor Degree of Education in Science Education. University of Education UPI: Bandung.*
- Afdila, D., Sunyono, & Efkar, T. 2015. Penerapan SiMaYang Tipe II pada Materi Larutan Elektrolit dan Non-Elektrolit. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 4 (1): 248-261.
- Arikunto, S. 2009. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Bertiec, N & Nasrudin, H. 2013. Penerapan Strategi Konflik Kognitif untuk Mereduksi Miskonsepsi Level Sub-Mikroskopik pada Materi Larutan Penyangga di SMA Negeri 1 Sumberrejo Bojonegoro. *Unesa Journal of Chemical Education*. 2 (3): 12-18.
- Coll, R.K. 2008. "Chemistry Learners' Preferred Mental Models for Chemical Bonding." *Journal of Turkish Science Education*. 5, (1): 22-47.
- Desyana, Vima. 2014. Analisis Kemampuan Multipel Representasi Mahasiswa SMP Negeri Di Kota Pontianak pada Materi Klasifikasi Benda. *Artikel Penelitian*. Universitas Tanjung Pura: Pontianak. Hal. 3-4.
- Herawati, R. dkk. 2013. Pembelajaran Kimia Berbasis Multiple Representasi Ditinjau Dari Kemampuan Awal Terhadap Prestasi Belajar Laju Reaksi Mahasiswa SMA Negeri I Karanganyar Tahun Pelajaran 2011/2012. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*, 2 (2): 38-43.
- Jaber, L.Z. and Boujaoude, S. 2012. "A Macro-Micro-Symbolic Teaching to Promote Relational Understanding of Chemical Reactions." *International Journal of Science Education*. 34(7): 973-998.
- Johnstone, A.H. 2006. "Chemical education research in Glasgow in perspective." *Chemistry Education Research and Practice*. 7(2):49-63.
- Liliasari. S. 2007. Scientific Concepts and Generic Science Skills Relationship In The 21st Century Science Education. *Seminar Proceeding of The First International Seminar of Science Education.*, 27 October 2007. Bandung: 13-18.
- Robinson, William R. 2003. "Chemistry Problem Solving: Symbol, Macro, Micro, and Process Aspects". *Journal of Chemical Education*. 80(9): 980-983.

- Shofiawati. 2010. Analisis Kemampuan Penyelesaian Soal Kimia Level Simbolik Secara Sistematis oleh Siswa SMA Kelas XI pada Materi Pokok Hidrolisis Garam. *Skripsi*. Bandung: Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA UPI Bandung.
- Sunyono. 2010. Model Pembelajaran Kimia Berbasis Multipel Representasi dalam Meningkatkan Penguasaan Konsep Kinetika Kimia dan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Makalah untuk Tugas Individu Mata Kuliah Inovasi dan Problematika Pendidikan Sains Program Studi S-3*. (online). (<http://chemistry.spaces.com/>), diakses pada tanggal 01 Februari 2017.
- Sunyono, Leny Y, & Muslimin I. 2011. "Model Mental Mahasiswa Tahun Pertama dalam Mengenal Konsep Stoikiometri (Studi pendahuluan pada mahasiswa PS. Pendidikan Kimia FKIP Universitas Lampung)." *Prosiding Seminar Nasional V*. 6 Juli 2011. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Sunyono, 2013. *Model Pembelajaran Berbasis Multipel Representasi (Model SiMaYang)*. Bandar Lampung: Aura-Publishing.
- . 2014. Model Pembelajaran Kimia Berbasis Multiple Representasi dalam Membangun Model Mental Mahasiswa pada Mata Kuliah Kimia Dasar. Disertasi tidak diterbitkan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. D., & Mamiala, T. 2003. "The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations." *International Journal of Science Education*. 25(11):1353-1368.
- Zaleha, S. 2011. Analisis Kemampuan Multipel Representasi Siswa pada Materi Ikatan Kimia di Kelas XI IPA SMA Negeri 4 Pontianak. *Skripsi*. Pontianak: FKIP UNTAN.