

IMPLEMENTASI MODEL PERKULIAHAN TERPADU SOROGAN-BANDONGAN UNTUK MENENTUKAN PEMAHAMAN MAHASISWA DALAM MEMPELAJARI MEKANISME REAKSI

Rinaningsih

Universitas Negeri Surabaya

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penerapan model perkuliahan terpadu Sorogan-Bandongan pada materi mekanisme reaksi substitusi nukleofilik. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan materi yang perlu ditekankan dalam perkuliahan. Sampel adalah 31 mahasiswa Jurusan Kimia UNESA yang mengambil mata kuliah Kimia Organik I semester genap Tahun Ajaran 2013/2014. Langkah penelitian terdiri atas menugaskan mahasiswa membaca dan mengerjakan pertanyaan *handout* sebelum perkuliahan, tes diagnostik, pembahasan materi, pelaksanaan sorogan, bandongan, dan tes akhir. Data penelitian dianalisis menggunakan pendekatan *mixed methods*. Data kualitatif menunjukkan bahwa 25 mahasiswa membaca *handout* sebelum perkuliahan, 21 mahasiswa berpendapat lebih mudah memahami perkuliahan setelah membaca *handout*, dua mahasiswa menyatakan memahami 25% isi *handout*, 13 mahasiswa memahami 50%, dan 10 mahasiswa memahami 75%. Hasil tes diagnostik menunjukkan bahwa 15% mahasiswa kesulitan memahami pengertian reaksi substitusi, 19% nukleofilisitas, 90% asam-basa Lewis, 23% konfigurasi elektron, 13% pengisian orbital, 23% hibridisasi, 55% penentuan struktur Lewis, 65% elektronegatifitas, 48% S_N2 , dan 83% S_N1 . Lima puluh enam persen (56%) mahasiswa kesulitan membedakan mekanisme reaksi S_N1 dan S_N2 . Data kuantitatif menunjukkan korelasi antara *handout*, tes diagnostik, dan tes akhir adalah sebesar 0,511. Implementasi model terpadu Sorogan-Bandongan dapat meningkatkan efektifitas perkuliahan.

Kata kunci: Model Sorogan-Bandongan, tes diagnostik, mekanisme reaksi.

ABSTRACT

This research was an application of Sorogan and Bandongan integrated learning model for nucleophilic substitution reaction mechanism. The aim of this research was to determine learning material that needs to be emphasized in learning activity. Samples in this research were 31 UNESA's Chemistry Department students which took Organic Chemistry I subject in 2013/2014 academic year. Research steps consists of assigning students to read and working on handouts questions; diagnostic tests; material discussion; conducting the sorogan, bandongan and final test. The collected data then analyzed using mixed methods approach. Qualitative data showed that 25 students reading the handout before lecture, 21 stated that it was easier to understand the lecture after they read the handout, 2 stated that they understand 25% of what was written in the handout, 13 understand 50%, and 10 understand 75%. Diagnostic test results showed that 15% students facing the difficulty in understanding substitution reaction, 19% in understanding nucleophilicity, 90% in Lewis acidic-basic, 23% in electron configuration, 13% in orbital charging, 23% in hybridization, 55% in Lewis structure determination, 65% in electronegativity, 48% in S_N2 , and 83% in S_N1 . Fifty five percents (56%) students having the difficulty in differentiate S_N1 and S_N2 reaction mechanism. Quantitative analysis suggested that correlation between handout, diagnostic test, and final test was 0,511. Sorogan-Bandongan integrated learning model implementation may increase lecture efectivity.

Keywords : Sorogan-Bandongan model, diagnostic test, reaction mechanism.

PENDAHULUAN

Mekanisme reaksi adalah gambaran tahap demi tahap peristiwa terjadinya reaksi kimia. Peristiwa terjadinya reaksi kimia merupakan kejadian pada level molekuler dimana melibatkan elektron pada kulit terluarnya (Ahiakwo *et al.*, 2012). Kesulitan-kesulitan

dalam mempelajari mekanisme reaksi substitusi nukleofilik diantaranya dalam hal penentu reaksi dan keadaan transisi (Tastan, 2010). Kesulitan-kesulitan tersebut dapat diatasi dengan mengimplementasikan beberapa metode dalam perkuliahan mekanisme reaksi, sehingga dapat meningkatkan perhatian (Dicks *et al.*, 2012),

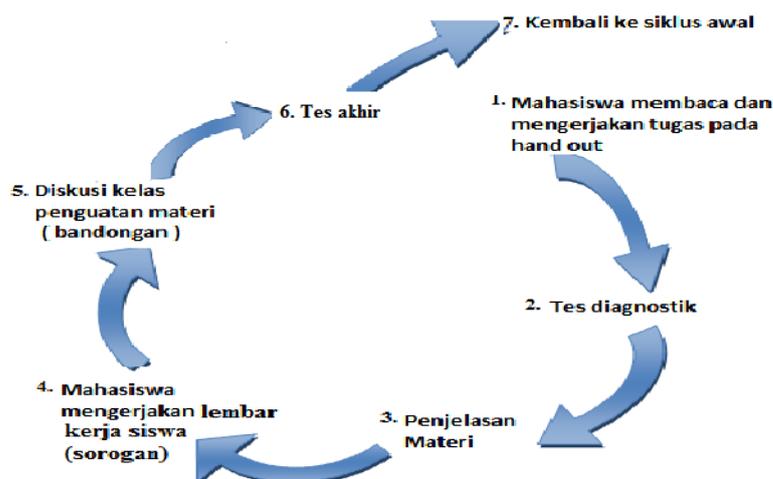
melibatkan mahasiswa, berpusat pada mahasiswa (Franz, 2011), meningkatkan semangat belajar (Parker *et al.*, 2012), meningkatkan kemampuan kinerja (Muthyala, 2012), dan percaya diri (Collison, 2012). Metode-metode tersebut dapat dilakukan dengan pemberian tugas rumah, penataan ruang kelas, pengembangan silabus, soal kuis (Aldahmash, 2009) dan perkuliahan terpadu (Giinersel, 2013; Kenzie, 2012).

Perkuliahan mekanisme reaksi seharusnya dirancang dengan memberikan kesempatan mahasiswa untuk berdiskusi dan berlogika (Mercer, *et al.*, 2011). Begitu pula dalam pengembangan perkuliahan terpadu Sorogan-Bandongan yang merupakan perpaduan antara Metode Sorogan dan Metode Bandongan. Sorogan dan Bandongan adalah metode pembelajaran yang biasanya dilakukan di pesantren. Metode sorogan yang dilakukan di pesantren adalah metode pembelajaran individual dimana guru (*ustadz*) memeriksa penguasaan pembacaan Al-Qur'an para siswanya dengan cara mendengarkan dan memperhatikan ketepatan pelafalan Qur'an masing-masing siswanya, sementara bandongan adalah metode dimana guru memimpin diskusi kelas dan kemudian mendorong siswa yang sudah lebih memahami materi untuk mendiskusikan pemahamannya tersebut dengan siswa yang belum paham. Landasan teori yang

dipergunakan dalam mengaplikasikan penggunaan pendekatan model pembelajaran yang dilakukan di pesantren ke kegiatan yang dilakukan di institusi pendidikan umum adalah pembelajaran individual dari Piaget bahwa pengalaman belajar harus dibangun di seputar struktur kognitif pembelajar. Mahasiswa berusia sama dan dari kultur yang sama cenderung memiliki struktur kognitif yang sama, akan tetapi tidak menutup kemungkinan memiliki struktur kognitif yang berbeda, sehingga membutuhkan layanan yang berbeda. Bagi mahasiswa, bagian yang sudah diketahui akan diasimilasikan dan bagian yang belum diketahui akan menimbulkan modifikasi dalam struktur kognitif mahasiswa (Herginhahn *et al.*, 2010). Pada makalah ini akan dibahas hasil penelitian tentang implementasi model perkuliahan terpadu Sorogan-Bandongan untuk menentukan pemahaman mahasiswa dalam mempelajari mekanisme reaksi.

METODE

Sampel penelitian adalah 31 mahasiswa Jurusan Kimia UNESA yang mengambil mata kuliah kimia Organik I semester genap Tahun Ajaran 2013/2014. Instrumen yang digunakan yaitu tes diagnostik, *handout*, tes hasil belajar dan angket. Sintak dari model terpadu Sorogan-Bandongan tampak dalam Gambar 1.



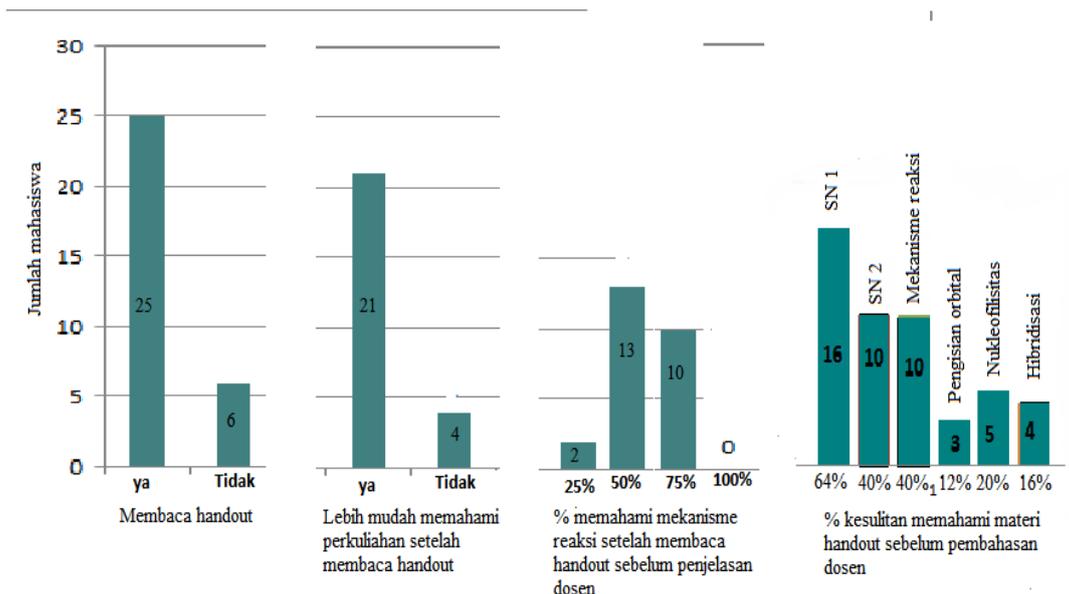
Gambar 1. Sintak model terpadu Sorogan-Bandongan

Analisis data dilakukan dengan pendekatan *mixed methods*. Untuk mendeskripsikan hasil tes diagnostik, tugas *handout*, nilai tes akhir dan angket mahasiswa dianalisis secara kualitatif dan untuk memastikan ada tidaknya korelasi antara tes diagnostik, tugas *handout* dan nilai tes akhir dianalisis dengan pendekatan kuantitatif menggunakan statistik (Sharma, 1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan angket yang diisi responden diperoleh bahwa 25 mahasiswa membaca *handout* sebelum mengikuti perkuliahan. Dari 25 mahasiswa yang membaca *handout* tersebut 21 mahasiswa menyatakan lebih mudah memahami perkuliahan setelah membaca *handout*, dimana besarnya persentase pemahaman mekanisme reaksi

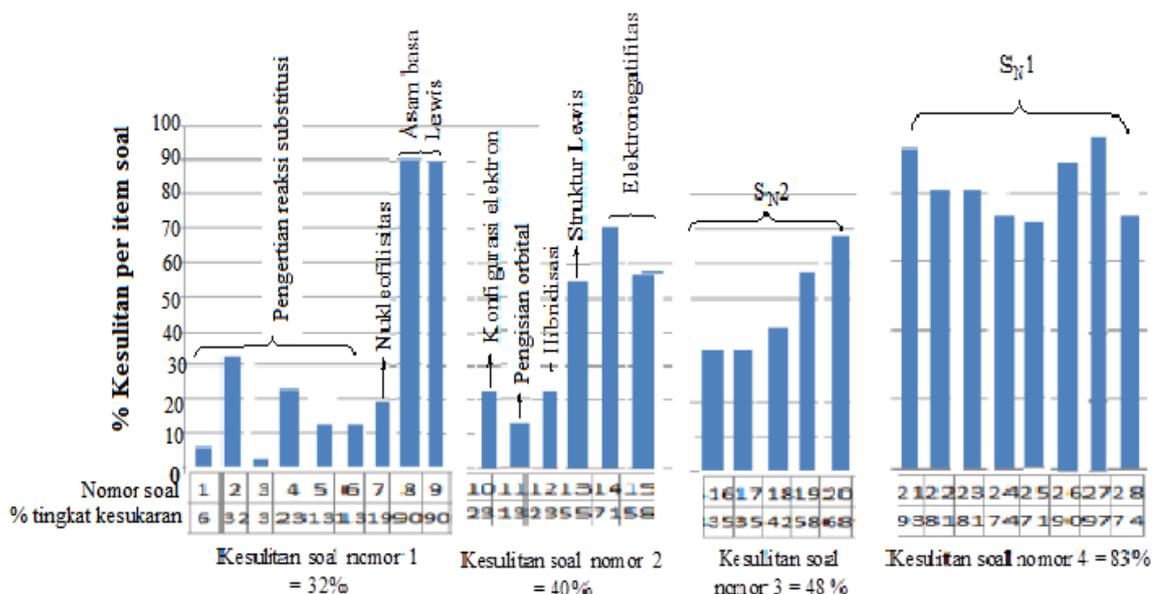
setelah membaca *handout* sebelum penjelasan dosen adalah sebagai berikut: dua responden menyatakan memahami 25% mekanisme reaksi, 13 responden menyatakan 50%, 10 responden menyatakan 75% dan tidak ada responden yang menyatakan memahami mekanisme reaksi sampai 100%. Persentase kesulitan memahami materi *handout* sebelum pembahasan dosen menurut pendapat responden, yaitu 64% (16 mahasiswa) merasakan kesulitan dalam mempelajari SN1, 40% (10 mahasiswa) SN2, 40% (10 mahasiswa) mekanisme reaksi, 12% (3 mahasiswa) merasa sulit memahami cara pengisian orbital, 20% (5 mahasiswa) tidak bisa menentukan nukleofilisitas, dan 16% (4 mahasiswa) merasa kesulitan menentukan hibridisasi. Pendapat responden ini dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2: Grafik pendapat mahasiswa tentang pelaksanaan perkuliahan model terpadu sorogan-bandongan

Dari hasil angket juga diperoleh penilaian mahasiswa terhadap cara mengajar dosen, dimana mahasiswa menyatakan bahwa penjelasan dosen sukar untuk dipahami, karena bahasanya yang kurang tepat dan materi yang

diajarkannya terlalu singkat. Sejalan dengan pendapat responden pada langkah 1 yaitu berdasarkan hasil tes diagnostik pada langkah 2, didapatkan hasil kesulitan belajar seperti yang diilustrasikan pada Gambar 3.

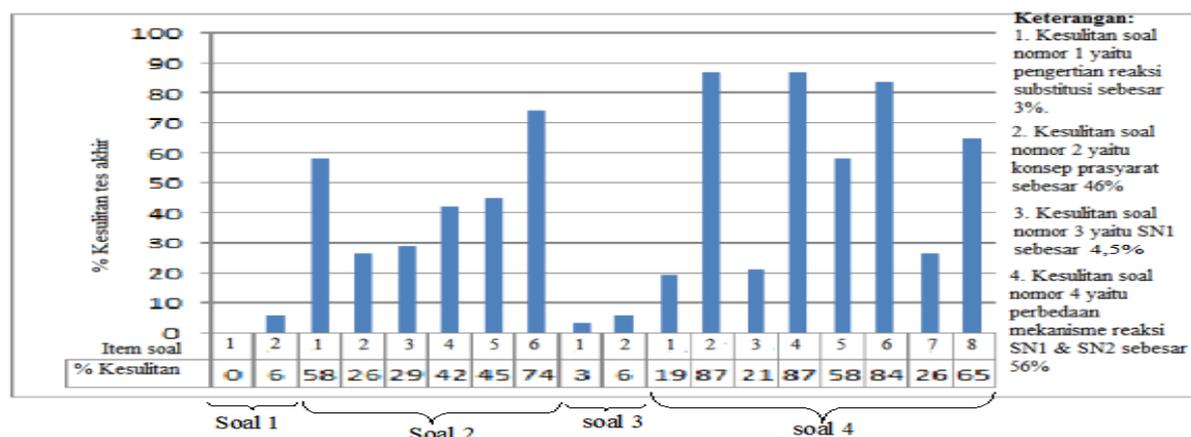


Gambar 3: Grafik hasil diagnostik kesulitan belajar

Hasil tes diagnostik menunjukkan bahwa 15% mahasiswa kesulitan dalam memahami pengertian reaksi substitusi, 19% mahasiswa kesulitan dalam nukleofilisitas, 90% mahasiswa kesulitan dalam asam-basa Lewis, 23% mahasiswa kesulitan dalam konfigurasi elektron, 13% kesulitan dalam pengisian orbital, 23% dalam hibridisasi, 55% dalam penentuan struktur Lewis, 65% dalam elektronegatifitas, 48% kesulitan dalam S_N2 , dan 83% kesulitan dalam memahami S_N1 . Hasil tes diagnostik dipergunakan sebagai pertimbangan untuk melangkah pada sintak ketiga yaitu penjelasan materi.

Penekanan penjelasan materi disesuaikan dengan besar kecilnya persentase kesulitan

belajar (dari yang terbesar ke yang terkecil) yaitu asam-basa Lewis, S_N1 , elektronegatifitas, struktur Lewis, S_N2 , konfigurasi elektron, hibridisasi dan pengisian orbital. Setelah penjelasan materi, mahasiswa diminta mengerjakan soal-soal pada lembar kerja siswa. Dosen berkeliling memandu mahasiswa yang mengalami kesulitan belajar secara individual. Setelah mengerjakan lembar kerja mahasiswa secara individual, maka sebagai penguatan materi dilakukan diskusi kelas. Sebagai tahap akhir dari perkuliahan dilakukan tes hasil belajar. Data tes hasil belajar disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4: Grafik Kesulitan materi pada tes akhir

Dari Gambar 4 dapat terlihat bahwa kesulitan materi pada tes akhir adalah sebagai berikut: 3% mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami reaksi substitusi, 46% mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep prasyarat, 4,5% mahasiswa mengalami kesulitan dalam S_N1 , dan 56% mahasiswa mengalami kesulitan dalam membedakan mekanisme reaksi S_N1 dan S_N2 (soal 4).

Penentuan efektifitas Model Sorogan-Bandongan dapat dilakukan dengan membandingkan antara Gambar 3 (grafik hasil diagnostik kesulitan belajar) dengan Gambar 4 (grafik kesulitan materi pada tes akhir). Hasil perbandingan kedua gambar ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan kesulitan yang sangat drastis dari 32% pada tes diagnostik menjadi 3% pada tes akhir untuk pengertian reaksi substitusi, begitu juga pada kesulitan dalam mempelajari S_N1 pada tes diagnostik sebesar 83% menjadi hanya 4,5% pada tes akhir. Hal yang sama juga terjadi untuk S_N2 , dimana kesulitan S_N2 pada tes diagnostik sebesar 48% sedangkan pada tes akhir sebesar 20% (soal nomor 4, item 1 dan 3). Konsep prasyarat pada tes diagnostik untuk asam basa Lewis adalah sebesar 90%, konfigurasi elektron sebesar 23%, pengisian orbital 13%, hibridisasi 23%, Struktur Lewis 55%, dan elektronegatifitas 65%. Bila dirata-ratakan, konsep prasyarat pada tes diagnostik yang sebesar 44% hampir setara dengan tes akhir yang bernilai 46%. Kesetaraan menunjukkan bahwa

konsep prasyarat memerlukan waktu tersendiri dalam perkuliahan karena keterbatasan waktu dalam tatap muka pada perkuliahan.

Apabila kesulitan dalam mempelajari S_N1 dirunut dari hasil angket, tes diagnostik dan tes akhir, maka tingkat kesulitan dari hasil angket menunjukkan nilai sebesar 64%, tes diagnostik sebesar 83%, pada tes akhir sebesar 4,5%. Perbedaan antara pendapat responden dengan hasil kenyataan pada tes diagnostik, dimana keduanya masih berkategori persentase tinggi menunjukkan bahwa S_N1 adalah materi yang sulit untuk dipahami. Sebaliknya pada tes akhir kesulitan tersebut menurun dratis sampai menjadi 4,5%, hal ini menunjukkan bahwa implementasi model terpadu Sorogan-Bandongan dapat menyelesaikan kesulitan belajar mahasiswa.

Pada Gambar 4 juga dapat terlihat bahwa pada tes akhir mahasiswa sudah paham tentang S_N1 akan tetapi belum bisa membedakan antara mekanisme S_N1 dan S_N2 . Hal ini ditemui ketika mahasiswa diminta mengerjakan soal nomor 4 untuk membuat persamaan reaksi metil bromida, etil bromida, 2-metil bromo etana dan tersier butil bromida dengan OH^- . Mahasiswa juga mengalami kesulitan ketika diminta untuk menunjukkan mekanisme reaksi dan kecenderungan untuk melakukan S_N1 ataukah S_N2 . Pada Gambar 4 terlihat bahwa 19% mahasiswa kesulitan dalam membuat persamaan reaksi metil bromida dengan OH^- ,

sementara 21% mahasiswa kesulitan dalam membuat persamaan reaksi antara etil bromida dengan OH^- . Delapan puluh tujuh persen (87%) mahasiswa juga kesulitan dalam menentukan mekanisme reaksi-reaksi tersebut dan menentukan apakah yang terjadi adalah reaksi $\text{S}_{\text{N}}1$ ataukah reaksi $\text{S}_{\text{N}}2$. Kesulitan mahasiswa dalam membuat persamaan reaksi 2-metil bromo etana dengan OH^- adalah sebesar 58%, sedangkan kesulitan dalam menentukan mekanisme reaksi dan apakah reaksi tersebut mengalami reaksi $\text{S}_{\text{N}}1$ ataukah $\text{S}_{\text{N}}2$ adalah sebesar 84%. Kesulitan mahasiswa dalam membuat persamaan reaksi tersier butil bromida dengan OH^- adalah sebesar 26%, sementara kesulitan dalam menentukan mekanisme reaksi dan menentukan apakah reaksi tersebut mengalami reaksi $\text{S}_{\text{N}}1$ ataukah $\text{S}_{\text{N}}2$ adalah sebesar 65%. Letak kesulitannya adalah pada ketidaktahuan mahasiswa tentang bentuk struktur, termasuk bentuk alkil halida sekunder.

Soal nomor 4 item 5, 6, 7, dan 8 pada tes akhir menunjukkan bahwa kesulitan mahasiswa dalam menentukan rumus struktur menjadi penghambat bagi mahasiswa dalam menentukan persamaan reaksi, ketika mahasiswa tidak dapat membedakan antara alkil halida primer, sekunder dan tersier maka mahasiswa tidak akan bisa menetapkan apakah akan mengalami reaksi $\text{S}_{\text{N}}1$ ataukah $\text{S}_{\text{N}}2$. Rumus struktur sangat mempengaruhi ada tidaknya halangan sterik suatu senyawa dalam penentuan mengalami reaksi $\text{S}_{\text{N}}1$ ataukah $\text{S}_{\text{N}}2$. Pada penelitian ini tes akhir yang dikembangkan sangat tepat untuk mengukur kemampuan mahasiswa dalam memahami materi mekanisme substitusi nukleofilik dengan model terpadu Sorogan-Bandongan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya bahwa metode-metode yang dilakukan dalam perkuliahan terpadu (Giinersel, 2013; Kenzie, 2012) dengan pengembangan silabus dan soal kuis/tes (Aldahmash, 2009) dapat meningkatkan semangat belajar (Parker *et al.*, 2012).

Hasil perbandingan tersebut menunjukkan bahwa model terpadu Sorogan-Bandongan dapat meningkatkan efektifitas perkuliahan. Temuan ini sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa implementasi beberapa metode dalam perkuliahan mekanisme reaksi dapat meningkatkan perhatian (Dicks *et al.*, 2012), melibatkan mahasiswa, berpusat pada mahasiswa (Franz, 2011), meningkatkan semangat belajar (Parker *et al.*, 2012), meningkatkan kemampuan kinerja (Muthyala, 2012), dan percaya diri (Collison, 2012).

Kesulitan dalam membedakan mekanisme reaksi $\text{S}_{\text{N}}1$ dan $\text{S}_{\text{N}}2$ apabila dianalisis menggunakan Gambar 4 (grafik kesulitan materi pada tes akhir), maka dapat diketahui bahwa penyebabnya adalah mahasiswa tidak menguasai konsep prasyarat yaitu konfigurasi elektron, hibridisasi, bentuk molekul, asam basa Lewis, dan halangan sterik. Pada grafik tampak bahwa persentase kesulitan konsep prasyarat dan perbedaan mekanisme reaksi $\text{S}_{\text{N}}1$ dan $\text{S}_{\text{N}}2$ sama besar yaitu 46% dan 56%. Konsep prasyarat didapatkan masih mendapatkan persentase tinggi (46%) bahkan hampir setara dengan pada tes diagnostik (44%). Hal ini disebabkan kurangnya waktu dalam langkah 3 yaitu penjelasan materi. Waktu perkuliahan secara terstruktur hanya 2 SKS (100 menit) sedangkan untuk menuntaskan konsep prasyarat dapat diperkirakan sampai 2 kali pertemuan.

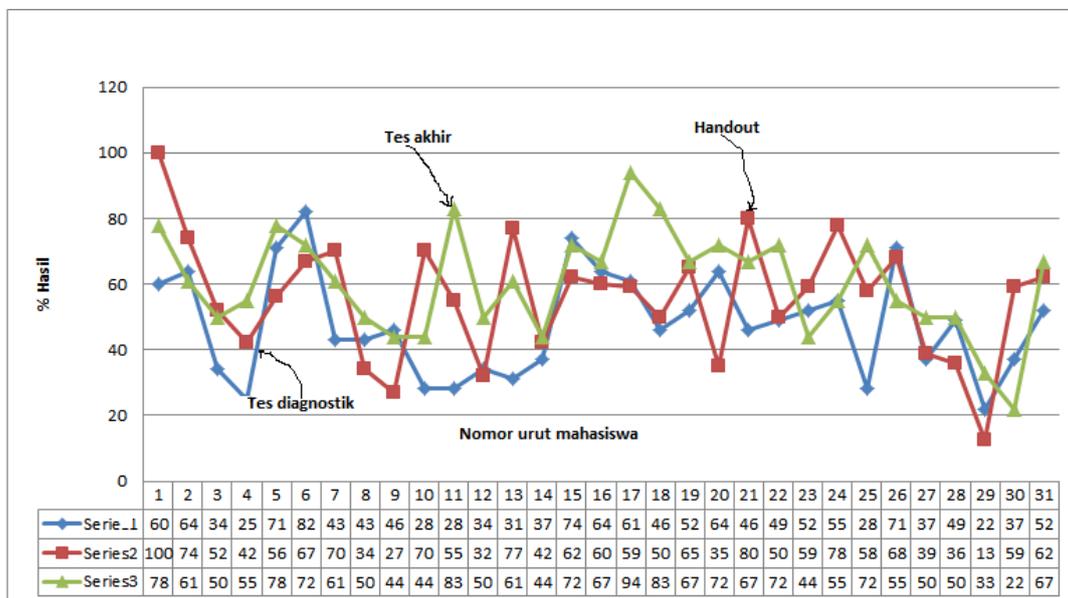
Konsep prasyarat yang paling tinggi persentasenya adalah asam basa Lewis yaitu sebesar 90%. Asam basa Lewis sebenarnya sudah dipelajari dalam mata kuliah Kimia Dasar dan kemudian diperdalam lagi pada Bab I Kimia Organik I yaitu materi tentang struktur atom dan molekul. Konsep ini erat kaitannya dengan keelektronegatifitas dan ikatan kimia sebagai penentu pemahaman mekanisme reaksi karena mekanisme reaksi adalah pergerakan elektron pada kulit terluar untuk terjadinya reaksi dengan senyawa lain, sehingga apabila mahasiswa tidak memahami asam basa

Lewis maka tidak akan bisa menentukan mekanisme reaksi. Hal inilah yang menyebabkan persentase kesulitan asam basa Lewis dan mekanisme reaksi sama-sama tinggi. Pada penelitian ini ditemukan bahwa dari 31 mahasiswa yang menjadi sampel penelitian hanya empat mahasiswa yang dapat mengerjakan mekanisme reaksi dengan sempurna pada tes akhir.

Sejalan dengan yang ditemukan dalam penelitian yang dilakukan Tastan (2010), penelitian inipun menemukan bahwa mekanisme reaksi merupakan materi yang sulit untuk dipahami. Dari 31 mahasiswa yang dipergunakan sebagai sampel penelitian

hanya empat yang menjawab pertanyaan mekanisme reaksi dan dari empat mahasiswa tersebut, hanya tiga yang dinyatakan benar-benar memahami mekanisme reaksi, sementara satu mahasiswa sisanya belum begitu memahami mekanisme reaksi, seperti yang terlihat pada grafik mahasiswa nomor 17, 18, 19 dan 20 (Gambar 5).

Apabila hasil tes diagnostik, *handout*, dan tes akhir dihubungkan, maka akan diperoleh grafik seperti tampak pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Pemahaman Mekanisme Reaksi

Hasil perhitungan statistik korelasi antara tiga variabel (tes diagnostik, *handout* dan tes akhir menghasilkan nilai koefisien korelasi R sebesar 0,511 yang artinya korelasi yang terjadi adalah hubungan yang bersifat sedang atau cukup (Sharma, 1996).

Data tes diagnostik menunjukkan bahwa mahasiswa sampel nomor 1 (Gambar 5) tidak paham tentang kekuatan nukleofilisitas, tidak bisa menggambarkan rumus struktur Lewis, serta tidak paham tentang konfigurasi elektron. Tugas mengerjakan permasalahan yang ada pada *handout* 100% lengkap. Pada tes akhir soal nomor 1, 2, dan 3 dijawab dengan sempurna karena semua jawaban ada

di *handout* tetapi pada soal nomor 4 yang merupakan aplikasi dari mekanisme reaksi, hanya bisa menjawab 2 item dari 8 item yang disediakan. Dari tiga data ini dapat disimpulkan bahwa mahasiswa nomor satu tidak memahami mekanisme reaksi karena tidak mengerti konsep dasar dari mekanisme reaksi substitusi nukleofilik yaitu nukleofilisitas, asam basa Lewis dan konfigurasi elektron.

Hasil tes diagnostik sampel mahasiswa nomor 2 mengindikasikan bahwa mahasiswa tersebut tidak mengerti asam basa Lewis, bentuk molekul, serta konfigurasi elektron. Pada tugas *handout* didapatkan bahwa

mahasiswa ini tidak memahami konfigurasi dan hibridisasi. Pada tes akhir mahasiswa tidak dapat mengerjakan konfigurasi elektron serta mekanisme reaksi. Dari ketiga jenis data yang dipaparkan dapat disimpulkan bahwa mahasiswa nomor 2 tidak dapat mengaplikasikan mekanisme reaksi karena tidak mengerti asam basa Lewis, bentuk molekul, dan konfigurasi elektron.

Hasil tes diagnostik mahasiswa sampel nomor 3 menunjukkan bahwa mahasiswa tersebut tidak mengerti asam basa Lewis, prinsip reaksi substitusi, dan mekanisme reaksi. Dari hasil kerja pada *handout* didapatkan bahwa mahasiswa ini tidak mengerti reaksi substitusi, konfigurasi elektron dan mekanisme reaksi. Pada tes akhir didapatkan bahwa mahasiswa ini tidak mengerti rumus struktur, konfigurasi elektron, hibridisasi, orbital, bentuk molekul dan mekanisme reaksi. Dari tiga jenis data ini dapat disimpulkan bahwa mahasiswa tidak mengerti mekanisme reaksi substitusi nukleofilik karena tidak memahami konsep prasyaratnya yaitu tentang rumus struktur, konfigurasi elektron, hibridisasi, orbital dan bentuk molekul.

Hasil analisis data terhadap sampel ketiga mahasiswa yaitu nomor 1, 2 dan 3 dan seterusnya diatas, berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa kesulitan-kesulitan dalam mempelajari mekanisme reaksi substitusi nukleofilik adalah dalam hal penentu reaksi dan keadaan transisi (Tastan, 2010).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tes akhir yang lebih tinggi dari pada tes diagnostik dapat disimpulkan bahwa:

1. Pembelajaran materi mekanisme reaksi substitusi nukleofilik memerlukan pemahaman konsep prasyarat konfigurasi elektron, hibridisasi, bentuk molekul, asam basa Lewis, dan halangan sterik.
2. Implementasi model terpadu Sorogan-Bandongan dapat meningkatkan

efektifitas perkuliahan materi substitusi nukleofilik meskipun juga ditemukan bahwa mahasiswa kesulitan membedakan mekanisme reaksi S_N1 dan S_N2 .

DAFTAR PUSTAKA

- Aldahmash, H.,A. & Abraham, R.,M. (2009). Kinetic Versus Static Visual for Facilitating College Students Understanding of Organic Reaction Mechanisme in Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 86(12), 1442-1446.
- Ahiakwo & Macson, J. (2012). Organic Reaction Mechanism Controversy: Pedagogical Implication for Chemical Education. *AJCE*, 2(2), 51-65.
- Collison, G.,C., Cody, J. & Stanford, C. (2012) An S_N1 - S_N2 Lesson in an Organic Chemistry Lab Using a Studio-Based Approach. *Journal of Chemical Education*, 89, 750-754.
- Dicks, P., A., Lauten, M., Karoluk, J.,K. & Skonieczny, T. (2012) Undergraduate Oral Examinations in a University Organic Chemistry Curriculum. *Journal of Chemical Education*, October Issue, 1506-1510.
- Franz, K., A. (2011). Organic Chemistry You Tube Writing Assignment for Large Lecture Classes. *Journal of Chemical Education*, November Issue, 497-501.
- Giinersel, B.,A. & Fleming, A.,S. (2013) Qualitative Assessment of a 3D Simulation Program: Faculty, Students, and Bio-Organic Reaction. *Journal of Chemical Education*, June Issue, 988-994.
- Herginhahn, R.,B. & Olson, H.,M., (2010) *Theories of Learning* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Kenzie, Mc.,N., Nulty, Mc.,J., Leod, Mc.,D., Fadden, Mc.,M., & Balachandran, N. (2012) Synthesizing Novel

- Anthraquinone Natural Product-Like Compounds to Investigate Protein-Ligand Interaction in Both an in Vitro and in Vivo Assay: an Integrated Research-Based Third-Year Chemical Biology Laboratory Course. *Journal of Chemical Education*, April Issue, 743-749.
- Mercer, M.,S., Andraos, J. & Jessop, G.P. (2011) Choosing the Greenest Synthesis: A Multivariate Metric Green Chemistry Exercise. *Journal of Chemical Education*, December Issue, 215-220.
- Muthyala, S., R. & Wei, W. (2012). Does Space Matter? Impact of Classroom Space on Student Learning in an Organic-First Curriculum. *Journal of Chemical Education*, November Issue, 45-50.
- Parker, L.,L. & Loudon, M.,G. (2012) Case Study Using Online Homework in Undergraduate Organic Chemistry: Result and Student Attitudes. *Journal of Chemical Education*, November Issue, 37-44
- Santrock, J.W. (2008). *Educational Psychology* (Third ed.). New York: McGraw Hill Companies.
- Sharma, S. (1996). *Applied Multivariate Techniques*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Tastan,O., Yalcinkaya, E. & Boz Y. (2010). Pre-Service Chemistry Teachers' Ideas about Reaction Mechanisme. *Journal of Turkish Science Education*, 7(1).