



**NATURE OF MODEL PADA BUKU AJAR IPA SEBAGAI
TERJEMAHAN REPRESENTASI EKSPLANASI ILMIAH MENJADI
EKSPLANASI PEDAGOGI**

Eka Nurafina^{1*}, Fenny Roshayanti², M. Anas Dzakiy³

^{1*2,3}, Pendidikan Biologi, FPMIPATI, Universitas PGRI Semarang, Semarang

E-mail: ekanurafina69@gmail.com

HISTORY OF ARTICLE:

Received: 17 September 2023

Accepted: 31 Maret 2024

Published: 31 Maret 2024

Keywords: Nature of Models (NoM), Pedagogical Explanation, Scientific Explanations

Kata kunci: Eksplanasi Ilmiah, Eksplanasi Pedagogi, *Nature of Models* (NoM)

ABSTRACT: This research aims to describe the Nature of Models/NoM type in Science Textbooks as a translation of the representation of scientific explanation into pedagogical explanation. The research subject is a Class VII odd semester science book published by the Ministry of Education and Culture. Data collection techniques through interviews and documentation. The data analysis techniques used are condensation, presentation and data withdrawal. The research results show that the NoM type is an ideal multiple representation of pedagogical explanation resulting from scientific explanation in the form of visual, theoretical, mathematical and symbolic icons. The NoM types vary greatly, the most dominant is found in the analogy pedagogical model type at 44.2%, while the least is found in the symbolic icon model type at 2.1% of the 278 model types. Based on the research results, it can be concluded that the type of translation model for pedagogical explanations resulting from scientific explanations meets the teachable and accessible criteria.

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan tipe *Nature of Models/NoM* pada Buku Ajar IPA sebagai terjemahan representasi eksplanasi ilmiah menjadi eksplanasi pedagogi. Subyek penelitian berupa buku IPA Kelas VII Semester gasal terbitan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Teknik pengumpulan data melalui wawancara dan dokumentasi. Teknik analisis data yang digunakan adalah kondensasi, penyajian dan penarikan data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tipe *NoM* merupakan multirepresentasi ideal eksplanasi pedagogi hasil eksplanasi ilmiah dalam bentuk visual, teoritis, matematika, dan ikon simbolik. Tipe *NoM* sangat bervariasi, yang paling dominan ditemukan pada tipe model pedagogi analogi sebanyak 44,2% sedangkan yang paling sedikit ditemukan pada tipe model ikon simbolik

sebanyak 2,1% dari 278 tipe model. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tipe model terjemahan eksplanasi pedagogi hasil eksplanasi ilmiah memenuhi kriteria *teachable* dan *accessible*.

PENDAHULUAN

Perkembangan di era globalisasi saat ini mempengaruhi banyak aspek kehidupan, termasuk penyelenggaraan pendidikan. Di era globalisasi abad ke-21, manusia dituntut untuk mengembangkan *soft skill* dan kualitas diri. Keterampilan yang dikembangkan sesuai abad ke-21 dikenal sebagai ketrampilan abad ke-21. Keterampilan abad ke-21 merupakan keterampilan yang ingin dicapai pada Kurikulum 2013 (Makhrus *et al.*, 2019). Kecenderungan ketrampilan abad ke-21 yang harus dimiliki berfokus pada 4C (*Collaboration, Communication, Creativity and Innovation* dan *Critical Thinking and Problem Solving*). Penguasaan keterampilan abad ke-21 sangat diperlukan, karena keterampilan 4C sering diimplementasikan pada kehidupan sehari – hari termasuk pendidikan.

Sains atau IPA adalah salah satu materi pembelajaran di sekolah. Sains pada umumnya diapresiasi sebagai fenomena, kumpulan fakta, konsep dan prinsip ilmiah. Salah satu sifat dari sains ialah abstrak dan tidak dapat diamati, serta butuh analisis tinggi untuk dijelaskan. Hal ini yang menjadi kendala bagi siswa untuk mempelajari sains dengan mudah. Salah satu cara untuk meningkatkan pemahaman dan kemampuan sains siswa yaitu dengan menggunakan model (Chittleborough & Treagust, 2009). Menurut Hodson (2014); Oh & Oh, (2011), literasi sains bagi siswa IPA dapat dikembangkan melalui proses berpikir mengenai model sebagai salah satu tujuan pembelajaran yang esensial. Menurut Gilbert (2004) model merupakan representasi objek, fenomena, proses, ide dan atau sistem. Model atau permodelan sebagai multirepresentasi ideal dari objek nyata merupakan terjemahan eksplanasi pedagogi hasil dari eksplanasi ilmiah dalam bentuk beberapa tipe seperti visual, teoritis, matematika, dan ikon simbolik.

Model bisa merepresentasikan sesuatu serta menjembatani kerangka teoretis dan fakta empiris. Namun seringkali guru kurang memahami mengenai permodelan yang direpresentasikan pada buku ajar sehingga materi yang disampaikan menjadi kurang maksimal. Model yang digunakan tanpa pemahaman yang kuat justru akan menghambat pemahaman peserta didik. Penggunaan model dalam pengajaran sains merupakan elemen penting untuk memperoleh pemahaman umum tentang penalaran ilmiah (Werner *et al.*, 2017).

Penguasaan pengetahuan materi subjek, pengetahuan pedagogi umum dan pengetahuan konten pedagogi hendaknya ditekankan pada program pendidikan guru sains (Purwianingsih *et al.*, 2010). Kemampuan untuk mengorganisasi struktur pengetahuan kontennya, dan dapat mengintegrasikan kemampuan tersebut dengan pengetahuan konten pedagogi merupakan kemampuan yang dituntut untuk calon guru. Pengembangan pengetahuan konten pedagogi dapat dijembatani melalui perspektif Pedagogi Materi Subjek (PMS). Eksplanasi pedagogi yang diturunkan atau direpresentasikan dari eksplanasi ilmiah dapat dikembangkan melalui kajian PMS oleh calon guru dan guru.

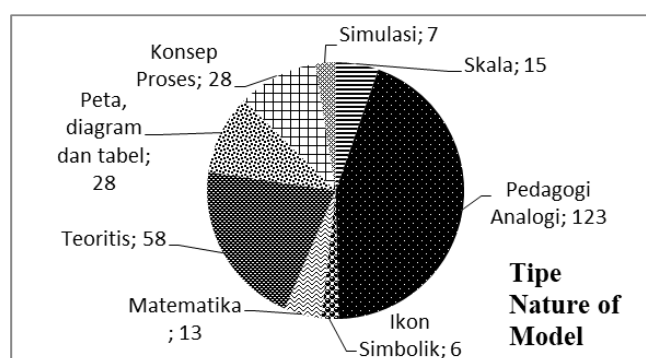
Cara untuk menjelaskan dan menerjemahkan informasi sains dapat melalui eksplanasi ilmiah. Tujuannya untuk memudahkan guru dalam menyampaikan materi dan siswa lebih mudah dalam mendapatkan materi. Eksplanasi pedagogi membuat informasi menjadi lebih *accessible* dan *teachable* (Roshayanti, 2002). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Tipe Model Pada Buku Ajar IPA Sebagai Terjemahan Representasi Eksplanasi Ilmiah Menjadi Eksplanasi Pedagogi.

METODE

Penelitian ini termasuk kedalam jenis penelitian deskriptif kualitatif. Lokasi penelitian ini dilakukan pada SMP Negeri di kota Semarang. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Maret 2022 – Mei 2022. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif mengenai studi kasus tentang buku. Penelitian ini tidak mengenal istilah populasi dan sampel. Namun situasi sosial pada kasus yang dipelajari sebagai subyek penelitian. Subyek penelitian ini adalah Buku ajar IPA siswa kelas VII yang dominan digunakan SMP Negeri di kota Semarang yaitu buku IPA BSE terbitan Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan yang berjudul IPA untuk SMP/MTS kelas VII Semester gasal. Teknik pengumpulan data menggunakan metode wawancara dan dokumentasi. Kemudian data dianalisis menggunakan tiga jalur yaitu kondensasi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan (Miles *et al.*, 2014). Setelah itu dilakukan pemeriksaan keabsahan data melalui validasi internal, validasi eksternal, uji realibilitas dan uji objektivitas (Sugiyono, 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Frekuensi dan persentase tipe *Nature of Model* (NoM) dalam buku ajar IPA Kelas VII Semester gasal merupakan data hasil analisis delapan tipe *Nature of Model* (NoM). Hal ini sesuai dengan penelitian Harrison (2001). Gambar 1 berikut ini menyajikan grafik frekuensi kategori tipe *Nature of Model* (NoM) dalam buku ajar IPA kelas VII semester gasal yang terdiri dari enam BAB.



Gambar 1. Frekuensi dan persentase kategori tipe buku ajar IPA kelas VII semester gasal.

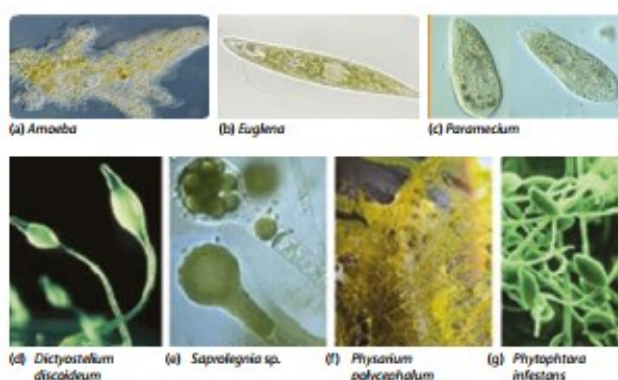
Berdasarkan Gambar 1, ditemukan variasi tipe model dalam buku ajar IPA Kelas VII semester Gasal. Tipe model dominan yaitu tipe model Analogi - pedagogi dengan jumlah frekuensi 123 atau 44,2%. Tipe model NoM paling sedikit adalah tipe ikon simbolik dengan jumlah frekuensi 6 atau 2,1%. Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat diketahui total keseluruhan tipe model yang terdapat pada buku ajar IPA Kelas VII semester gasal sebanyak 278 tipe model. Tipe Model merupakan suatu teori abstrak yang merepresentasi tentang suatu objek, fenomena sains, proses dan sistem serta sebagai sarana penghubung suatu konsep teori dan fenomena (Oh & Oh, 2011).

Tipe model termasuk kedalam multirepresentasi dari eksplanasi pedagogi. Eksplanasi pedagogi merupakan penyampaian informasi sains berbentuk materi subjek yang berasal dari eksplanasi ilmiah kepada siswa. Manfaat dari eksplanasi pedagogi adalah informasi menjadi lebih mudah diakses atau siswa lebih mudah mendapatkan materi dan bisa diajarkan atau guru dapat menyampaikan materi dengan mudah (Siregar *et.al* dalam Roshayanti, 2002). Agar manfaat tersebut dapat tercapai sebaiknya guru dan calon guru mengembangkan eksplanasi pedagogi yang dikaji dalam pedagogi materi subjek (PMS). Sehingga pemilihan model yang tepat dapat mempengaruhi perkembangan kognitif siswa. Tipe - tipe *Nature of Model* (NoM) yang ditemukan dalam buku ajar IPA Kelas VII Semester

gasal terdiri atas model skala, Analogi - pedagogi, ikon simbolik, matematika, teoritis, peta, diagram dan tabel, konsep proses dan simulasi. Tipe model yang paling mendominasi setiap bab pada buku ajar IPA kelas VII semester gasal adalah Model Analogi - pedagogi.

Tipe Model Analogi - pedagogi

Sebuah konsep analogi ketika dalam pengajaran dan pembelajaran Sains disebut tipe model Analogi-pedagogi (Harrison, 2001). Analogi digunakan untuk mentransfer informasi dengan materi obyek sedangkan pedagogi untuk menjelaskan materi nonobservasi. Beberapa ilustrasi gambar yang terdapat pada buku ajar IPA telah dimodifikasi atau menggunakan analogi gambar sehingga tidak hanya digambarkan sama persis dengan obyek aslinya. Penggunaan tipe model Analogi-pedagogi dalam buku ajar IPA Kelas VII Semester gasal ditemukan dengan frekuensi yaitu 123 atau 44,2%. Salah satu contoh tipe analogi pedagogi tampak pada Gambar 2. berikut.

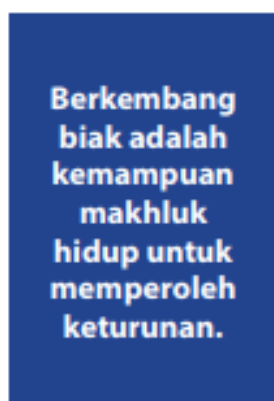


Gambar 2. Contoh kelompok protista pada kode bab 2.A/2.B/2.C/32 - 88
(Sumber.4bp.blogspot.com)

Gambar di atas berupa kelompok Protista Analogi, yang berupa hasil temuan ilmiah melalui mikroskop dari beberapa contoh kelompok Protista yang kemudian diterjemahkan melalui gambar. Adapun unsur pedagogi terlihat pada keterangan nama ilmiah kelompok Protista di setiap gambar. Penggunaan tipe model Analogi-pedagogi mempermudah transformasi materi objek dibandingkan bentuk narasi dan penggambaran tanpa modifikasi. Penggunaan tipe model analogi-pedagogi dalam buku ajar IPA kelas VII diperlukan sebagai ilustrasi pelengkap dalam menyampaikan informasi yang dapat diakses dengan mudah oleh siswa, sehingga mengurangi terjadinya miskonsepsi materi serta membangun pengetahuan kognitif siswa dengan baik.

Tipe Model Teoritis

Tipe model teoritis merupakan penggambaran ide dan teori abstrak (Harrison, 2001). Tipe model teoritis merupakan hasil dari eksplanasi ilmiah karena didapatkan melalui hasil kegiatan ilmiah yang dilakukan oleh seorang peneliti kemudian diterapkan menjadi teori - teori abstrak. Penggunaan tipe model teoretis ditemukan dengan frekuensi sebanyak 58 atau 20,9% terlihat pada Gambar 1. Berikut contoh model teoretis seperti tampak pada Gambar 3 berikut.

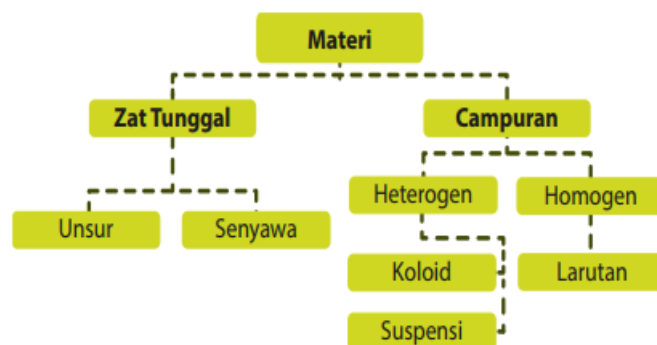


Gambar 3. Pengertian berkembang biak yang terdapat pada kode bab 2.A/2.B/2.C/32 – 88

Gambar 3 menunjukkan penggunaan tipe model teoretis menjelaskan mengenai pengertian makhluk hidup secara sederhana, jelas dan mudah di mengerti. Tipe model teoretis dimodifikasi dengan lebih sederhana atau sebagai poin utama dari suatu materi. Materi yang terdapat di dalam buku ajar seringkali penjabarannya terlalu luas dan sulit untuk dipahami. Oleh karena itu, penggunaan model teoretis sangat penting dan diperlukan untuk memahami konsep materi dengan cepat tanpa adanya misskonsepsi terhadap materi. Model teoretis akan memperkuat daya ingat siswa dalam memahami konsep materi objek.

Tipe Model Peta, diagram dan Tabel

Tipe model peta, diagram dan tabel memvisualkan objek, pola, jalur dan hubungan yang tidak dapat diamati secara langsung (Harrison, 2001). Penggunaan tipe ini ditemukan dengan frekuensi 28 atau 10,1%. Tipe model ini membantu meningkatkan pengetahuan kognitif dan membangun pola pikir siswa terhadap konsep materi. Menurut (Sholihah *et al.*, 2019) tipe ini diperlukan untuk membantu meningkatkan pengetahuan kognitif siswa dan membangun pola pikir kreatif terutama dalam menjabarkan materi yang sangat luas. Contoh tipe peta, diagram dan tabel terlihat seperti pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Bagan klasifikasi materi yang terdapat pada kode bab 3.A/B/ 92 – 133

Peta konsep tersebut memiliki informasi submateri mengenai klasifikasi materi, sehingga dapat memudahkan siswa memahami konsep materi yang akan dipelajari. Peta konsep dapat mengorganisasikan satu komponen dengan komponen dalam materi yang saling berkaitan membentuk suatu konsep. Peta konsep adalah hubungan antar konsep berbentuk skema dan sejalan dengan pembelajaran bermakna (Brinkerhoff & Booth, 2013; Kilic & Cakmak, 2013). Peta konsep dibuat dengan menuliskan konsep menggunakan bentuk kotak ataupun lingkaran dan dihubungkan menggunakan garis untuk menunjukkan hubungan antar konsep (Karakuyu, 2010; Brinkerhoff & Booth, 2013; Kilic & Cakmak, 2013).

Kemudahan dalam memahami konsep dan membermaksanakan pembelajaran akan berimplikasi pada hasil belajar yang baik (Saddam *et al.*, 2013).

Tipe Model Konsep Proses

Tipe model konsep proses menjelaskan bahwa konsep sains adalah proses (Harrison, 2001). Ilustrasi model konsep proses digunakan untuk menjelaskan proses abstrak pada materi sains. Menurut Sitepu (2012) konsep menjadi lebih konkrit dengan ilustrasi. Siswa yang memiliki pola berfikir secara konkret akan lebih mudah memahami proses abstrak yang terdapat pada materi sains. Penggunaan tipe model konsep proses dalam buku ajar ditemukan dengan frekuensi 28 atau 10,1% terlihat pada gambar 1. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4 berikut.

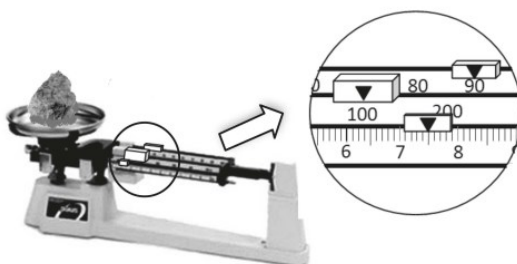


Gambar 5. Contoh penerapan konveksi pada pengering rambut yang terdapat pada kode bab 5.A/5.B/159 – 185 (Sumber. Dok. Kemdikbud).

Tipe model konsep-proses dalam pembelajaran sains merupakan alat yang instruksional (Bamberger & Davis, 2013). Tipe model konsep proses menggunakan proses untuk memahami dan menerapkan suatu konsep-konsep penting. Tipe model konsep proses digunakan untuk menjelaskan proses-proses yang terjadi dengan memanfaatkan ilustrasi gambar. Ilustrasi gambar pada tipe konsep-proses dapat membantu mempermudah siswa dalam memahami materi IPA sehingga pengetahuan kognitif siswa akan meningkat.

Tipe Model Skala

Tipe model skala memiliki beberapa karakteristik seperti gambar berbentuk dua dimensi, tidak menjabarkan fungsi dari gambar dan menampilkan gambar dengan ukuran yang berbeda dari objek aslinya (Harrison, 2001). Penggunaan tipe ini ditemukan dengan frekuensi 15 atau 5,4%, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Tipe model skala memiliki karakteristik yaitu objek yang abstrak, berukuran mikroskopis dan tidak dapat dilihat secara langsung. Dengan demikian model yang terdapat di dalam buku memerlukan adanya perbesaran skala dari objek aslinya disertai dengan bagian-bagian penjelasnya. Contoh penggunaan model skala pada buku ajar IPA disajikan dalam Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Hasil Pengukuran menggunakan neraca ohaus pada Kode bab 1.A/B 1 – 28 (Sumber Dok. Kemdikbud)

Salah satu multirepresentasi dari buku ajar yaitu gambar disajikan dengan teks saling melengkapi, sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa (Doyan *et al.*, 2018). Adanya tipe model skala yang multirepresentatif dalam bentuk sketsa gambar neraca ohaus, lebih mudah disimpan dalam memori jangka panjang serta dapat meningkatkan pemahaman konsep – konsep siswa terhadap materi pengukuran massa benda. Menurut Sholihah *et al.* (2019), tipe model skala bertujuan untuk memperjelas materi pada struktur anatomi, morfologi, agar mudah dipahami siswa, sehingga dapat mengurangi informasi yang salah tentang suatu konsep kepada siswa. Maka melalui model skala sangat bermanfaat untuk buku ajar IPA.

Tipe Model Matematika

Tipe model matematika memiliki karakteristik berupa adanya persamaan rumus dan grafik. Tipe model matematika merupakan model yang menggambarkan suatu hubungan konseptual dengan merepresentasikannya melalui persamaan rumus matematika dan grafik (Harrison, 2001; Chamizo, 2013). Penggunaan tipe ini ditemukan dengan frekuensi 13 atau 4,7% seperti terlihat pada Gambar 1. Hal ini dapat dilihat dari persamaan rumus pemuaian panjang yang berkaitan dengan kenaikan suhu, seperti tampak pada Gambar 7 berikut.

Penggunaan Matematika

koefisien muai panjang = $\frac{\text{pertambahan panjang}}{\text{panjang mula-mula} \times \text{kenaikan suhu}}$

Jika dalam bentuk lambang:

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \times \Delta T}$$

Pertambahan panjang merupakan panjang akhir dikurangi panjang mula-mula ($L_1 - L_0$).

$$\alpha = \frac{L_1 - L_0}{L_0 \times \Delta T}$$

Maka, panjang benda setelah pemuaian dapat ditentukan, yakni

$$L = L_0 + L_0 (\alpha \times \Delta T)$$

Gambar 7. Rumus koefisien pemuaian panjang pada kode Bab 4.A/B/C/134 – 154

Tipe model matematika merupakan konsep matematis hasil representasi sederhana dari suatu fenomena atau peristiwa alam (Afifah & Putra, 2018). Hal tersebut terlihat dari rumus koefisien muai panjang yang terbentuk karena adanya penambahan panjang suatu benda akibat kenaikan suhu. Tipe model matematika bertujuan untuk membuat sederhana suatu konsep yang diubah menjadi persamaan matematika, agar mudah dipahami seperti contoh materi dalam menghitung koefisien pemuaian panjang. Tipe model matematika menggunakan pembuktian deduktif berupa konsekuensi logis dari fakta-fakta yang sebelumnya telah diketahui (Ramdani, 2006). Oleh karena itu, kemungkinan adanya miskonsepsi pada materi akan jarang ditemukan.

Tipe Model Simulasi

Model simulasi lebih sesuai jika direpresentasikan menggunakan multimedia interaktif seperti animasi dan video dibandingkan menggunakan model gambar. Tipe model ini jarang ditemukan pada buku ajar IPA. Menurut Harrison (2001) tipe model simulasi menggunakan beberapa model dan animasi terintegrasi untuk mewakili proses kompleks atau fenomena alam. Tipe model simulasi dalam buku ajar IPA masih ditemukan dan direpresentasikan dalam bentuk visual gambar serta terintegrasi dengan tipe model lain. Penggunaan tipe model simulasi ditemukan dengan frekuensi 7 atau 2,5% seperti terlihat

pada Gambar 8.

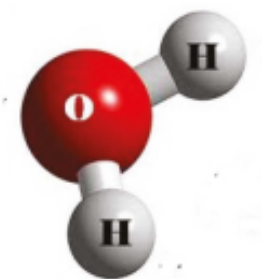


Gambar 8. Konsep terbentuknya larutan pada kode Bab 3.A/B/92 – 133 (Sumber .Dok. Kemdikbud)

Tipe model simulasi sangat penting dalam menunjang pengetahuan kognitif siswa, karena model ini termasuk suatu proses yang menampilkan fakta konkret tentang suatu fenomena ilmiah dengan spesifik. Tipe model simulasi dianggap sebagai jenis permodelan yang sangat spesifik. Tipe model simulasi pada buku ajar direpresentasikan dengan model visual berupa gambar. Penggunaan gambar akan lebih mudah dipahami dan dapat membantu siswa dalam memahami konsep IPA.

Tipe Model Ikon Simbolik

Tipe model ikon simbolik banyak ditemukan dalam materi kimia, termasuk buku ajar IPA yang didalamnya terdapat rumpun materi kimia. Tipe model ikon simbolik menjelaskan dan mewakili konsep kimia berupa simbol dan persamaan kimia. Tipe model ikon simbolik memudahkan komunikasi antara pendidik dengan siswa melalui suatu ikon maupun simbol untuk mewujudkan suatu realita dan persamaan (Chamizo, 2013). Tipe model ini paling sedikit ditemukan dalam buku ajar IPA di antara tipe model yang lain dengan frekuensi 6 atau 2,1%. Hal tersebut dikarenakan rumpun materi kimia pada buku ini tidak mendominasi seperti tampak pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Struktur kimia air pada kode Bab 3.A/B/ 92 – 133

Siswa sulit memahami simbol-simbol kimia pada persamaan kimia. Hal tersebut dikarenakan materi yang diajarkan dalam ilmu kimia sebagian bersifat konkret dan sebagian lagi bersifat abstrak. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menerangkan konsep abstrak adalah menggunakan multiple representasi kimia. Materi kimia yang bersifat abstrak dapat diatasi dengan memperhatikan multiple representasi kimia berupa makroskopik yang bersifat nyata dan konkret (sifat-sifat zat), submikroskopis yang bersifat abstrak (partikel materi yang bersifat abstrak) dan simbolis (rumus kimia, persamaan reaksi, persamaan matematika, dan lain-lain) (Treagust & Chittleborough, 2007). Kemampuan seseorang dalam menginterkoneksi tiga level representasi kimia menentukan

pemahamannya terhadap suatu materi. Oleh karena itu, penggunaan model ikon – simbolik penting sebagai pelengkap model yang lainnya dalam merepresentasikan rumus dan struktur kimia.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pola tipe *Nature of Models* (NoM) dalam buku ajar kelas VII semester gasal bervariasi. Penggunaan tipe model NoM berupa tipe model skala, model analogi-pedagogi, model ikon dan simbolik, model matematika, model teoretis, peta, diagram dan tabel, model konsep-proses, dan model simulasi. Tipe model yang sering digunakan dalam buku ajar IPA adalah tipe model analisis pedagogi dengan frekuensi 123 atau 44,2% dan terendah terdapat pada model ikon simbolik dengan frekuensi 6 atau 2,1% dari 278 model yang ditemukan. Tipe model terjemahan eksplanasi pedagogi hasil eksplanasi ilmiah memenuhi kriteria *teachable* dan *accessible*.

DAFTAR RUJUKAN

- Afifah, Y. N., & Putra, B. C. (2018). Model Matematika Aliran Tak Tunak Pada Nano Fluid Melewati Bola Teriris Dengan Pengaruh Medan Magnet. *Teknika: Engineering and Sains Journal*, 2(2): 119-124. <https://doi.org/10.51804/tesj.v2i2.274.119-124>
- Bamberger, Y. M., & Davis, E. A. (2013). Middle-School Science Students' Scientific Modelling Performances Across Content Areas and Within a Learning Progression. *International Journal of Science Education*, 35(2): 213-238. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.624133>
- Brinkerhoff, J. L., & Booth, G. M. (2013). The Effect of Concept Mapping On Student Achievement in An Introductory Non-Majors Biology Class. *European International Journal of Science and Technology*, 2(8): 43-72.
- Chamizo, J. A. (2013). A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching. *Science and Education*, 22(7): 1613-1632. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9407-7>
- Chittleborough, G.D., Treagust, D.F. (2009). Why Models are Advantageous to Learning Science. *Educación Química*, 20(1): 12-17.
- Doyan, A., Taufik, M., & Anjani, R. (2018). Pengaruh Pendekatan Multi Representasi Terhadap Hasil Belajar Fisika Ditinjau Dari Motivasi Belajar Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 4(1):35-45. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v4i1.99>
- Gilbert. (2004) Models and modeling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2 (2004): 115-130
- Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education*, 31(3): 401-435. <https://doi.org/10.1023/A:1013120312331>
- Hodson, D. (2014). Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534-2553. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.899722>
- Karakuyu, Y. (2010). The effect of concept mapping on attitude and achievement in a physics course. *International Journal of Physical Sciences*, 5(6): 724-737.
- Kilic, M., Cakmak, M. (2013). Concept Maps As a Tool for Meaningful Learning and Teaching in Chemistry Education. *International Journal on New Trends in Education and*

- Their Implications*, 4(4): 152-164.
- Makhrus, M., Harjono, A., Syukur, A., Bahri, S., & Muntari, M. (2019). Identifikasi Kesiapan LKPD Guru Terhadap Keterampilan Abad 21 Pada Pembelajaran IPA SMP. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 3(2): 124-128. <https://doi.org/10.29303/jipp.v3i2.20>
- Miles, M., Huberman, M., & Saldana, J. (2014). Mental health nursing is stretched to breaking point. *Nursing Standard (Royal College of Nursing (Great Britain))*: 1987), 30(25): 33. <https://doi.org/10.7748/ns.30.25.33.s40>
- Oh, P. S., & Oh, S. J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8): 1109-1130. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.502191>
- Purwianingsih, M. W., Rustaman, N. Y., & Redjeki, M. S. (2010). Pengetahuan Konten Pedagogi (Pck) Dan Urgensinya Dalam Pendidikan Guru. *Jurnal Pengajaran Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 15(2): 87-94. <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v15i2.285>
- Ramdani, Y. (2006). Kajian pemahaman matematika melalui etika pemodelan matematika. *Mimbar:Jurnal Sosial Dan Pembangunan*, 22(1): 1-14.
- Roshayanti, F. (2002). Analisis Fungsi Representasi Materi Subjek Respirasi Sel pada Buku Teks Biologi Umum terhadap Materi Subjek Metabolisme pada Buku Teks Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia. Tesis. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Saddam, D., Sudarmin, & Siadi, K. (2013). Penggunaan Peta Konsep dan diagram vee untuk meingkatkan attitude toward chemistry. *Chemistry in Education*, 2(2): 172-177.
- Sholihah, R., Fenny, R., & Ipah, M. (2019). Multipel representasi tipe nature of models (NoM) dalam buku ajar biologi kelas XI semester 1. Makalah. Symposium of Biology Education (Symbion). 2. 10.26555/symbion.3545
- Sitepu. (2012). *Penulisan Buku Teks pelajaran*. Bandung: PT. Remaja Resdakarya Offset.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Treagust, D. F., & Chittleborough, G. (2007). The Modelling Ability of Non-major Chemistry Students and Their Understanding of the Sub-microscopic Level. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 274-361.
- Werner, S., Förtsch, C., Boone, W., von Kotzebue, L., & Neuhaus, B. J. (2017). Investigating How German Biology Teachers Use Three-Dimensional Physical Models in Classroom Instruction: a Video Study. *Research in Science Education*, 49(2): 437-463. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9624-4>