

PROFIL MISKONSEPSI BUKU TEKS PADA KONSEP ENZIM DAN METABOLISME SEL KELAS XII SMA DI KABUPATEN SIDOARJO

PROFILE OF TEXTBOOK MISCONCEPTION ON CONCEPT ENZYME AND CELL METABOLISM GRADE XII IN SIDOARJO

Berliana Oka Kirana Putri

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
Berlianaputri@mhs.unesa.ac.id

Isnawati

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
Isnawati@unesa.ac.id

Abstrak

Miskonsepsi adalah pemahaman terhadap konsep yang berbeda dengan kesepakatan para ahli. Miskonsepsi dapat mengganggu dan mengakibatkan kesalahan dalam penerimaan konsep. Salah satu penyebab miskonsepsi adalah buku teks. Konsep dalam buku teks yang seringkali mengalami miskonsepsi adalah konsep Enzim dan Metabolisme Sel. Di Kabupaten Sidoarjo, miskonsepsi siswa pada materi Enzim dan Metabolisme Sel cukup tinggi yakni sebesar 50% (Rusydia, 2016). Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan persentase miskonsepsi pada buku teks dan persentase kategori miskonsepsi yang terdapat pada konsep enzim dan metabolisme sel kelas XII SMA di Kabupaten Sidoarjo. Jenis penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan studi dokumen. Sampel penelitian ini berupa delapan buku teks biologi SMA. Obyek penelitian ini adalah konsep enzim dan metabolisme sel. Analisis miskonsepsi berdasarkan lima kategori miskonsepsi menurut Hershey (2005). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan miskonsepsi di setiap buku teks. Persentase miskonsepsi pada buku teks A sebesar 20%; buku teks B sebesar 18,8%; buku teks C sebesar 25%; buku teks D sebesar 6,3%; buku teks E sebesar 12,5%; buku teks F sebesar 33,3%; buku teks G sebesar 6,3% dan buku teks H sebesar 14,3%. Terdapat dua kategori miskonsepsi yang ditemukan dalam buku teks yaitu *oversimplification* dan *misidentification* dengan persentase 61,9% dan 38,1%.

Kata Kunci: *Miskonsepsi, Buku Teks, Enzim dan Metabolisme sel.*

Abstract

Misconception is a conceptual understanding that is different from the agreement of experts. Misconception can disturb and lead to errors in conceptual understanding. One of the causes of misconceptions is textbook. Concept on textbook that often misconception is Enzyme and Cell Metabolism concept. In Sidoarjo, student misconception on Enzyme and Cell Metabolism is high that is 50% (Rusydia, 2016). This study aims to describe the percentage of textbook misconception and types categories misconceptions about enzyme and cell metabolism in biology textbooks grade XII in Sidoarjo. This research was an descriptive qualitative with study document. The sample of this research were eight biology textbooks. The object of this research were the concepts of enzyme and cell metabolism. Analysis of misconceptions based on five categories according to Hershey (2005). The results show that misconceptions that was found on the concept in every book. The percentage of misconception of textbook A is 20%, textbook B is 18.8%, textbook C is 25%; textbook D is 6.3%; textbook E is 12.5%; textbook F is 33.3%; textbook G is 6.3% and textbook H is 14.3%. There was 2 categories of misconception in biology textbook are oversimplification and misidentification. The percentage of each misconception category are 61.9% and 38.1% respectively.

Keywords: Misconception, Textbook, Enzyme and Cell Metabolism.

PENDAHULUAN

Biologi adalah ilmu yang mempelajari tentang segala proses yang terjadi pada makhluk hidup dan lingkungan yang ada di sekitarnya. Kajian materi yang dibahas dalam biologi cukuplah banyak, mulai dari yang

sederhana sampai kompleks dan memiliki kesinambungan antar pokok bahasan satu dengan yang lain. Oleh karena itu, tidak sedikit siswa yang mengalami kesulitan dalam pemahaman konsep biologi

sehingga tidak sedikit pula siswa yang mengalami miskonsepsi.

Adisendjaja dan Romlah (2007) menyatakan bahwa miskonsepsi adalah pemahaman alternatif yang tidak benar secara ilmiah. Menurut Suparno (2013), secara garis besar, miskonsepsi berasal dari siswa, guru, metode belajar dan buku teks. Salah satu sumber pembelajaran di sekolah yang dapat menjadi penyebab terjadinya miskonsepsi adalah buku teks. Menurut Sugihartono (2006), faktor yang menyebabkan kesalahan pada buku teks diantaranya adalah (1) adanya penjelasan yang kurang tepat, (2) adanya konsep-konsep yang telah usang, (3) adanya kesalahan identifikasi terhadap konsep di dalam buku teks. Buku teks dapat menjadi perantara antara guru dan siswa sehingga buku teks dijadikan pegangan guru maupun sumber belajar siswa di sekolah dan di rumah. Namun, tidak sedikit buku teks yang berisi kesalahan konsep jika tidak dianalisis lebih lanjut. Salah satu konsep biologi yang sering menimbulkan miskonsepsi adalah konsep enzim dan metabolisme sel yang diajarkan pada kelas XII melalui Kompetensi Dasar (KD) 3.2 yaitu menjelaskan tentang proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup.

Penelitian yang dilakukan oleh Rusydiana (2016), menunjukkan persentase miskonsepsi siswa di Kabupaten Sidoarjo pada konsep fotosintesis dan respirasi sebesar 50%. Selain itu, dari hasil penelitian Tridiyanti (2017), miskonsepsi siswa pada pokok bahasan katabolisme karbohidrat memperoleh persentase miskonsepsi sebesar 43,92%. Berdasarkan observasi awal yang dilakukan di SMA Negeri 4 Sidoarjo pada tanggal 09 Januari 2018, didapatkan persentase miskonsepsi siswa pada konsep enzim dan metabolisme sel sebesar 32% dengan sumber miskonsepsi terbesar yaitu berasal dari buku teks. Hasil wawancara dengan guru di SMAN 4 Sidoarjo dan SMAN 1 Wonoayu, tidak semua guru menelaah buku ajar sebelum digunakan. Para guru cenderung menggunakan buku dari pemerintah atau buku yang sudah sering digunakan sebelumnya. Untuk buku pendamping, guru memilih buku yang sesuai dengan kurikulum.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan persentase miskonsepsi yang ada pada buku teks biologi kelas XII SMA pada konsep enzim dan metabolisme sel, serta mendeskripsikan persentase masing-masing kategori miskonsepsi yang ditemukan dalam buku tersebut.

METODE

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan metode studi dokumen yang bertujuan untuk mengidentifikasi miskonsepsi pada buku teks biologi konsep enzim dan metabolisme sel yang mengacu pada lima kategori miskonsepsi Hershey (2005). Karakteristik masing-masing kategori miskonsepsi menurut Hershey (2005) dijelaskan dalam tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Karakteristik Kategori Miskonsepsi.

No	Kategori Miskonsepsi	Karakteristik Konsep
1	<i>Oversimplification</i>	a. Penyampaian konsep yang terlalu singkat. b. Tidak lengkap dalam menyampaikan konsep sehingga terjadi perubahan isi dari suatu kalimat.
2	<i>Overgeneralization</i>	a. Penyampaian konsep yang terlalu luas. b. Konsep yang disampaikan tidak sesuai dengan tingkat perkembangan siswa dalam menguasai kompetensi dasar.
3	<i>Obsolete Concept and Term</i>	a. Istilah yang disampaikan telah usang. b. Istilah yang disampaikan tidak sesuai dengan konsep yang disepakati oleh para ahli pada saat ini.
4	<i>Missidentification</i>	Kesalahan dalam menyampaikan konsep.
5	<i>Flawed Research</i>	Hasil penelitian yang salah

Populasi dalam penelitian ini berupa 8 buku teks biologi SMA kelas XII di SMA Negeri Kabupaten Sidoarjo. Obyek penelitian ini adalah konsep enzim dan metabolisme sel yang terdapat dalam 8 buku teks biologi SMA.

Penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap, antara lain (1) tahap persiapan; (2) tahap pelaksanaan dan (3) tahap penyelesaian.

1. Tahap persiapan

a. Analisis kurikulum

Pada tahap ini, peneliti mengidentifikasi kurikulum tepatnya pada KD 3.2 yang mengkaji tentang konsep enzim dan metabolisme sel. Berdasarkan kajian literatur, konsep dalam KD 3.2 meliputi pengertian enzim, struktur enzim, sifat dan cara kerja enzim serta faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim. Sedangkan untuk konsep metabolisme meliputi katabolisme karbohidrat dan anabolisme.

b. Analisis indikator

Pada tahap ini, peneliti mengidentifikasi indikator yang sesuai untuk memenuhi KD 3.2, yaitu antara lain : (1) menjelaskan klasifikasi enzim berdasarkan tipe reaksi, (2)

mendeskripsikan komponen penyusun enzim, (3) mendeskripsikan sifat-sifat enzim, (4) menjelaskan mekanisme kerja enzim, (5) menjelaskan faktor faktor yang mempengaruhi kerja enzim, (6) menjelaskan reaksi cahaya dalam tahapan fotosintesis dengan menggunakan gambar, (7) menjelaskan siklus Calvin dalam tahapan fotosintesis dengan menggunakan gambar, (8) mendeskripsikan komponen kloroplas (9) menganalisis tempat terjadinya reaksi cahaya dan siklus Calvin pada proses fotosintesis, (10) menganalisis produk- produk hasil fotosintesis, (11) menjelaskan tahapan proses terjadinya respirasi aerob, (12) menjelaskan tahapan proses terjadinya respirasi anaerob, (13) menganalisis perbedaan respirasi aerob dan anaerob, (14) menjelaskan proses metabolisme karbohidrat, lemak dan protein melalui gambar.

c. Pembuatan peta konsep

Pada tahap ini, peneliti menyusun peta konsep berdasarkan indikator yang telah disusun untuk selanjutnya digunakan sebagai acuan untuk menyusun instrumen pengumpulan data.

d. Menyusun Instrumen Pengumpul Data

Instrumen pengumpul data dalam penelitian ini adalah lembar analisis. Lembar analisis digunakan untuk mentabulasikan konsep- konsep yang ada pada buku teks dan mencocokkan konsep dalam buku tersebut dengan konsep yang ada dalam buku rujukan.

e. Melakukan eksplorasi buku teks kelas XII dan mentabulasikannya dalam lembar observasi.

2. Tahap pelaksanaan

Pada tahap ini, peneliti mengidentifikasi konsep konsep yang mengalami miskonsepsi dengan mencocokkan konsep yang ada di buku teks SMA dengan konsep yang sesuai dengan buku rujukan yang digunakan di perkuliahan.

3. Tahap penyelesaian

Pada tahap ini, peneliti melakukan triangulasi hasil identifikasi miskonsepsi kepada dosen ahli. Kemudian, peneliti mentabulasikan hasil identifikasi miskonsepsi yang sudah divalidasi oleh dosen ahli. Setelah itu, peneliti menghitung persentase miskonsepsi pada masing- masing buku teks dan persentase masing- masing kategori yang ditemukan dalam buku teks. Perhitungan data kuantitatif berupa frekuensi miskonsepsi dari analisis buku biologi SMA dilakukan dengan menggunakan persamaan menurut Dwijayanti, dkk (2016), sebagai berikut :

$$K = \frac{Nks}{Nk} \times 100\%$$

Keterangan :

- K : persentase miskonsepsi
- Nks : konsep yang mengalami miskonsepsi
- Nk : total konsep

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian analisis miskonsepsi buku teks pada konsep enzim dan metabolisme sel kelas XII SMA di Kabupaten Sidoarjo. Data yang diperoleh berupa persentase miskonsepsi buku teks yang digambarkan pada gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Persentase Miskonsepsi Buku Teks

Menurut Zulfiani, dkk (2014), persentase miskonsepsi rentang 0% - 30% merupakan tingkat persentase kategori miskonsepsi rendah. Berdasarkan hasil perhitungan persentase miskonsepsi konsep enzim dan metabolisme sel pada masing-masing buku teks biologi kelas XII SMA di Kabupaten Sidoarjo, ditemukan 1 buku teks dengan persentase miskonsepsi cukup tinggi yakni buku teks berkode F dengan persentase miskonsepsi sebesar 33,3%. Sedangkan 7 buku lain termasuk dalam miskonsepsi rendah yakni buku teks C sebesar 25%, buku teks A sebesar 20%, buku teks B sebesar 18,8%, buku teks H sebesar 14,3%; buku teks E sebesar 12,5% serta buku teks D dan G sebesar 6,3%.

Miskonsepsi yang ditemukan pada buku teks, tidak sepenuhnya merupakan miskonsepsi dari para penulis. Hal ini sesuai dengan pendapat Respatiningrum (2015), bahwasanya miskonsepsi buku teks, bias disebabkan oleh editor.. Adanya editor yang berperan dalam mengedit buku menjadi lebih praktis dan menarik tanpa memahami konsep secara lengkap, cenderung membuat editor hanya meringkas konten buku tanpa memahami isi konsep secara detail dan lengkap. Maka

dari situlah dapat menjadi salah satu penyebab miskonsepsi buku teks.

Berdasarkan temuan kategori miskonsepsi pada beberapa buku teks, maka dapat dihitung persentase masing- masing kategori miskonsepsi pada masing- masing buku teks dan ditabulasikan pada tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Persentase Masing- masing Kategori Miskonsepsi Buku Teks.

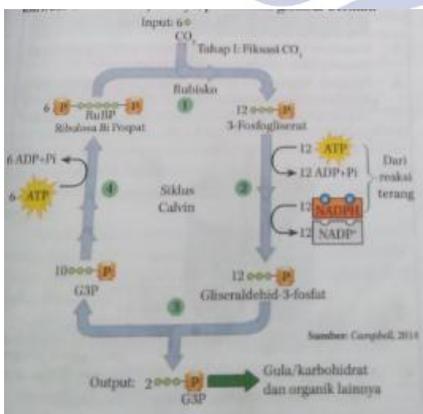
Kategori Miskonsepsi	Persentase Miskonsepsi (%)
<i>Oversimplification</i>	61,9
<i>Overgeneralization</i>	0
<i>Obsolete Concept and Term</i>	0
<i>Missidentification</i>	38,1
<i>Flawed Research</i>	0

Berdasarkan tabel 2, diketahui bahwa terdapat 2 kategori miskonsepsi yang ditemukan pada buku teks yakni *oversimplification* dengan persentase sebesar 61,9% dan *misidentification* dengan persentase sebesar 38,1%. Sedangkan untuk kategori miskonsepsi

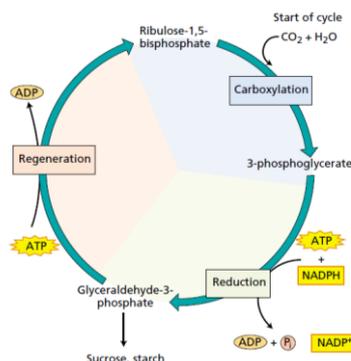
Berikut merupakan contoh- contoh miskonsepsi yang ditemukan pada 8 buku teks biologi pada konsep enzim dan metabolisme sel kelas XII SMA Negeri di Kabupaten Sidoarjo yang dirangkum pada tabel 3 sebagai berikut.

No	Konsep Miskonsepsi	Kategori Miskonsepsi dan Alasan	Pembenaran Miskonsepsi	Indikator
1	Glikolisis adalah reaksi perubahan bahan bakar organik menjadi dua molekul asam piruvat. Pada glikolisis, setiap 1 molekul glukosa menghasilkan 2 molekul asam piruvat, 2 molekul NADH, 2 molekul ATP (sebenarnya menghasilkan 4 ATP, akan tetapi 2 ATP digunakan kembali dalam reaksi) dan 2 molekul H ₂ O. Glikolisis terdiri dari 10 tahapan berikut: 1. Fosforilasi glukosa, terjadi pemindahan gugus fosfat dari ATP ke glukosa pada atom C nomor 6 sehingga membentuk glukosa-6 fosfat. Senyawa ini akan memperoleh energi bebas dari penguraian ATP menjadi ADP dengan bantuan enzim heksokinase. 2. Glukosa 6 fosfat dikatalis oleh enzim fosfogluko isomerase sehingga membentuk fruktosa 6 fosfat. 3. Fruktosa 6 fosfat mengikat fosfat yang dilepas ATP menjadi fruktosa 1,6 bifosfat. Senyawa ini mendapat energi dari penguraian ATP menjadi ADP untuk kedua kalinya. 4. Enzim aldose menguraikan fruktosa 1,6 bifosfat menjadi 2 senyawa beratom 3 C yaitu dihidroksi aseton fosfat dan gliseraldehid fosfat (PGAL). 5. Enzim mengkatalis perubahan bolak balik	Missidentification Alasan : Pada buku teks, dituliskan senyawa yang dioksidasi menjadi 1,3 bifosfogliserat adalah gliseraldehid fosfat (sama dengan gliseraldehid 1 fosfat). Sedangkan menurut buku acuan, senyawa yang dioksidasi menjadi 1,3 bifosfogliserat adalah gliseraldehid 3 fosfat.	Reaksi- reaksi glikolisis merupakan jalur utama pemakaian glukosa. Berikut adalah reaksi- reaksi dalam glikolisis : 1. Glukosa memasuki glikolisis melalui fosforilasi menjadi glukosa 6 fosfat yang dikatalis oleh heksokinase dengan menggunakan ATP sebagai donor fosfat. 2. Glukosa 6 fosfat diubah menjadi fruktosa 6 fosfat oleh fosfogluko isomerase. Reaksi ini diikuti oleh fosforilasi yang dikatalis oleh fosfofruktokinase membentuk fruktosa 1,6 bifosfat. 3. Fruktosa 1,6 bifosfat dipecah oleh aldose menjadi 2 triose fosfat, gliseraldehid 3 fosfat dan dihidroksiaseton fosfat. 4. Gliseraldehid 3 fosfat dan dihidroksiaseton fosfat dapat saling terkonversi oleh enzim fosfotriosa isomerase. 5. Gliseraldehid 3 fosfat dioksidasi menjadi 1,3 bifosfogliserat dengan bantuan enzim gliseraldehid 3 fosfat dehidrogenase. 6. 1,3 bifosfogliserat diubah menjadi 3 fosfogliserat dengan bantuan fosfogliserat kinase, mengubah ADP	Menjelaskan tahapan-tahapan proses terjadinya respirasi aerob

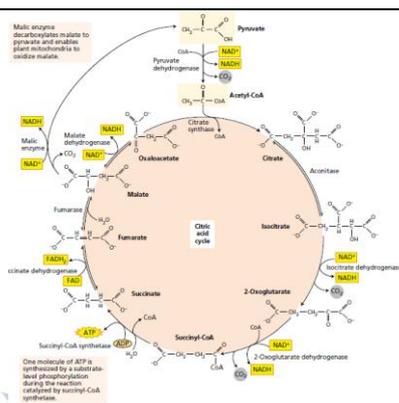
No	Konsep Miskonsepsi	Kategori Miskonsepsi dan Alasan	Pembenaran Miskonsepsi	Indikator
	<p>antara kedua gula beratomb tersebut.</p> <p>6. Gliseraldehid fosfat dioksidasi oleh transfer elektron sehingga H^+ ditambahkan ke NAD^+ yang membentuk NADH. Energi yang dilepaskan digunakan untuk mengikat gugus fosfat yang selalu ada dalam sitosol sehingga terbentuk 1,3 bifosfoglisarat.</p> <p>7. Gugus fosfat ditransfer ke ADP sehingga menghasilkan ATP. Gula berubah menjadi 3 fosfoglisarat.</p> <p>8. Enzim fosfoglisaromutase memindahkan gugus fosfat sehingga terbentuk 2 fosfoglisarat.</p> <p>9. Enzim enolase membentuk ikatan ganda dalam substrat dengan cara mengekstraksi molekul air membentuk fosfoenolpiruvat (PEP).</p> <p>Reaksi terakhir ini menghasilkan ATP dengan mentransfer gugus fosfat dari PEP ke ADP sehingga PEP berubah menjadi asam piruvat.</p>		<p>menjadi ATP.</p> <p>7. 3 fosfoglisarat mengalami isomerase menjadi 2 fosfoglisarat oleh fosfoglisarat mutase.</p> <p>8. 2 fosfoglisarat diubah menjadi fosfoenolpiruvat dengan bantuan enolase.</p> <p>9. Fosfat pada fosfoenolpiruvat dipindahkan ke ADP oleh piruvat kinase untuk membentuk 2 molekul ATP per molekul glukosa.</p>	
2	<p>Reaksi gelap adalah tahapan fotosintesis yang tidak memerlukan cahaya dan terjadi di stroma. Reaksi gelap memerlukan ATP, NADPH dan CO_2. ATP dan NADPH dihasilkan dari reaksi terang. Mekanisme siklus Calvin adalah sebagai berikut :</p> <p>CO_2 dari udara akan di fiksasi oleh RuBP dengan bantuan enzim rubisko, membentuk PGA. Selanjutnya PGA direduksi NADPH dengan bantuan ATP membentuk 6 molekul G3P. 1 G3P akan keluar dari siklus dan akan dirubah menjadi gula dan 1 molekul lagi berada di siklus untuk membentuk kembali RuBP dengan bantuan ATP.</p>	<p>Oversimplification</p> <p>Alasan : Pada buku teks dituliskan dan digambarkan, proses reduksi terjadi pada gliseraldehid 3 fosfat. Akan tetapi menurut buku teks, reduksi tidak langsung pada gugus karboksil 3 PGA, tetapi di rombak dulu menjadi asam 1,3 bifosfoglisarat</p>	<p>Tahap 1. Karboksilasi Atom karbon dari CO_2 ditambahkan ke satu molekul 5-C ribulosa bifosfat karboksilase untuk memperoleh 2 molekul 3 fosfoglisarat.</p> <p>Tahap 2. Reduksi Proses ini melibatkan 2 enzim fosfoglisarat dehidrogenase. Reaksi enzimatik pertama yakni 1 molekul ATP digunakan dan yang kedua yakni 1 molekul NADPH digunakan untuk masing- masing 3 fosfoglisarat. Gliseraldehid 3 fosfat adalah gula berkarbon 3. Beberapa digunakan untuk tahap siklus selanjutnya dan beberapa diteruskan sebagai produk dari siklus Calvin. Proses reduksi tidak langsung pada gugus karboksil 3 PGA, tetapi di rombak dulu menjadi asam 1,3 bifosfoglisarat dengan penambahan gugus fosfat terminal ATP. Dalam reaksi ini, pereduksi sesungguhnya adalah NADPH yang memberikan 2 elektron pada atom C gugus ester anhidra dan merupakan reaksi reduksi satu- satunya pada siklus Calvin.</p> <p>Tahap 3. Regenerasi Merupakan tahapan dari gliseraldehid 3 fosfat menjadi ribulosa 1,5 bifosfat yang kemudian digunakan kembali untuk karboksilasi.</p>	<p>Menjelaskan siklus Calvin dalam tahapan fotosintesis</p>

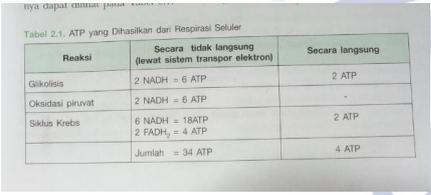


No	Konsep Miskonsepsi	Kategori Miskonsepsi dan Alasan	Pembenaran Miskonsepsi	Indikator
----	--------------------	---------------------------------	------------------------	-----------



3	<p>Enzim terdiri dari komponen protein yang disebut dengan apoenzim. Beberapa enzim memerlukan komponen non protein untuk membantu aktivitas enzim yang disebut dengan kofaktor. Kofaktor beberapa enzim berupa ion anorganik. Kofaktor yang berupa ion anorganik disebut dengan koenzim. Beberapa kofaktor tidak berubah di akhir reaksi, tetapi kadang kadang berubah dan terlibat dalam reaksi yang lain. Enzim yang terikat dengan kofaktor disebut holoenzim.</p>	<p>Missidentification Alasan : Koenzim merupakan senyawa organik, bukan anorganik</p>	<p>Enzim tersusun dari molekul protein (Apoenzim) dan non protein yaitu : gugus prostetik, kofaktor dan koenzim.</p> <ol style="list-style-type: none"> Gugus prostetik Gugus prostetik dibedakan berdasarkan integrasinya yang kuat dan stabil kedalam struktur protein melalui gaya gaya kovalen atau non kovalen. Sehingga merupakan bagian terintegrasi dengan enzim. Koenzim Koenzim berfungsi sebagai pengangkut atau bahan pemindah gugus yang dapat di daur ulang dan memindahkan banyak substrat dari tempat pembentukannya ke tempat pemakaiannya. Ikatan dengan koenzim juga dapat menstabilkan substrat seperti atom hidrogen atau ion hidrida yang tidak stabil dalam lingkungan cair sel. Kofaktor Kofaktor memiliki fungsi serupa dengan gugus prostetik tetapi berikatan secara transien dan mudah terlepas dengan enzim atau substrat, misalkan ATP. Holoenzim adalah bersatunya komponen protein dan non protein membentuk enzim yang lengkap. 	<p>Mendesripsikan komponen-komponen penyusun enzim</p>
4	<p>Merupakan pusat jalur metabolisme dari berbagai senyawa metabolik meliputi metabolisme karbihidrat, lemak dan protein.</p> <p>Tahap- tahap daur krebs adalah sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> Terjadi reaksi kondensasi antara asetil Ko-A dengan oksaloasetat membentuk sitrat. Laju reaksi ditentukan oleh 3 komponen dalam reaksi tersebut yaitu jumlah asetil Ko-A, zat inhibitor kompetitif dan enzim sitrat sintase. Pembentukan isositrat dari sitrat melalui reaksi reversible yang dikatalis oleh enzim akonitase. Oksidasi isositrat menjadi asam ketoglutarat yang dikatalis oleh enzim isositratdehidrogenase dan NAD. Pembentukan subsinat. Pembentukan 	<p>Missidentification Alasan : Dalam buku teks dituliskan pembentukan subsinat. Sedangkan menurut acuan yang benar adalah pembentukan suksinat</p>	<p>Daur krebs melakukan pengambilan beberapa elektron dari asam organik antara dan mengangkut elektron tersebut ke NAD (untuk membentuk NADH) dank e ubikuinon (untuk membentuk ubikuinol). Bahan yang digunakan dalam siklus krebs adalah 2 piruvat, 8 NAD, 4 H₂O menghasilkan 6 CO₂, 2 ATP, 6 NADH, 2 FADH.</p>	<p>Menjelaskan tahapan-tahapan proses terjadinya respirasi aerob</p>

No	Konsep Miskonsepsi	Kategori Miskonsepsi dan Alasan	Pembenaran Miskonsepsi	Indikator
	<p>subsintat terjadi karena proses oksidasi ketoglutarat melalui subsinil ko-A yang berlangsung irreversible dengan enzim kompleks ketoglutarat dehidrogenase sebagai katalisatornya.</p> <p>5. Pembentukan fumarat yang terbentuk dari proses oksidasi subsinat yang dikatalis oleh enzim sukksinat dehidrogenase dan FAD.</p> <p>6. Pembentukan L-malat yang terbentuk dari penambahan 1 molekul H₂O ke ikatan rangkap fumarat yang dikatalis enzim fumarase.</p> <p>7. Tahap akhir dari siklus krebs yang ditandai dengan terbentuknya oksaloasetat dari proses oksidasi L-malat yang dikatalis oleh enzim L-malat dehidrogenase dan NAD.</p>			
6	<p>Glikolisis terjadi dalam kondisi aerob maupun anaerob. Glikolisis dalam kondisi aerob, glukosa akan diubah menjadi asam piruvat, sedangkan pada kondisi anaerob, glikolisis akan menghasilkan laktat.</p> <p>Glikolisis terdiri dari 10 tahapan berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengaktifan D-glukosa. D-glukosa akan mengalami fosforilasi ATP akan menghasilkan D-glukosa 6 fosfat. Enzim yang berperan mengkatalis reaksi adalah heksokinase. 2. Pembentukan fruktosa 6 fosfat. Fruktosa 6 fosfat terbentuk dari reaksi isomerasi glukosa 6 fosfat yang dikatalis oleh enzim fosfoglukoisomerase. 3. Pembentukan fruktosa 16 difosfat. Enzim yang berperan dalam pembentukan fruktosa 16 difosfat adalah fosfofruktokinase. 4. Pemecahan fruktosa 16 difosfat. Dikatalis oleh enzim aldose yang akan menghasilkan 2 molekul 3 fosfogliseraldehid. 1 molekul berupa gliseraldehid 3 fosfat dan yang lainnya adalah dihidroksiasetonfosfat. Terbentuknya 2 molekul 3 fosfogliseraldehid dipicu oleh enzim triosafosfatisomerase. 5. Pembentukan asam 13 difosfoglisarat. Dikatalis oleh enzim gliseraldehid 3 fosfatdehidrogenase dan dirangkai dengan reaksi reduksi pembentukan NADH dari NAD. 6. Pembentukan asam 3 fosfoglisarat. Tahap ini merupakan tahap penyimpanan energi. Pada pembentukan asam 3 fosfoglisarat diperlukan enzim fosfoglisaratdinase. 7. Pembentukan asam gliserat 2 fosfat. Reaksi isomerase asam 3 fosfoglisarat akan membentuk asam gliserat 2 fosfat. Reaksi ini dikatalis oleh enzim fosfoglisaratmutase. 8. Pembentukan PEP. Terjadi dari asam gliserat 2 fosfat yang melepaskan 1 molekul H₂O dengan bantuan enzim enolase. 9. Pembentukan piruvat. Dikatalisoleh enzim piruvatkinase. Pada tahap ini, PEP bertindak sebagai donor gugus fosforil berenergi tinggi untuk membentuk ATP dari ADP. 	<p>Missidentification</p> <p>Alasan :</p> <p>Pada buku teks, dituliskan pembentukan fruktosa 16 difosfat dan asam 13 difosfoglisarat. Akan tetapi yang benar adalah fruktosa 1,6 difosfat dan 1,3 difosfoglisarat</p>	<p>Reaksi- reaksi glikolisis merupakan jalur utama pemakaian glukosa.</p> <p>Berikut adalah reaksi- reaksi dalam glikolisis :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Glukosa memasuki glikolisis melalui fosforilasi menjadi glukosa 6 fosfat yang dikatalis oleh heksokinase dengan menggunakan ATP sebagai donor fosfat. 2. Glukosa 6 fosfat diubah menjadi fruktosa 6 fosfat oleh fosfogluco isomerase. Reaksi ini diikuti oleh fosforilasi yang dikatalis oleh fosfofruktokinase membentuk fruktosa 1,6 bifosfat. 3. Fruktosa 1,6 bifosfat dipecah oleh aldose menjadi 2 triose fosfat, gliseraldehid 3 fosfat dan dihidroksiaseton fosfat. 4. Gliseraldehid 3 fosfat dan dihidroksiaseton fosfat dapat saling terkonversi oleh enzim fosfotriosa isomerase. 5. Gliseraldehid 3 fosfat dioksidasi menjadi 1,3 bifosfoglisarat dengan bantuan enzim gliseraldehid 3 fosfat dehidrogenase. 6. 1,3 bifosfoglisarat diubah menjadi 3 fosfoglisarat dengan bantuan fosfoglisarat kinase, mengubah ADP menjadi ATP. 7. 3 fosfoglisarat mengalami isomerase menjadi 2 fosfoglisarat oleh fosfoglisarat mutase. 8. 2 fosfoglisarat diubah menjadi fosfoenolpiruvat dengan bantuan enolase. 9. Fosfat pada fosfoenolpiruvat dipindahkan ke ADP oleh piruvat kinase untuk membentuk 2 molekul ATP per molekul glukosa. 	<p>Menjelaskan tahapan-tahapan proses terjadinya respirasi aerob</p>

No	Konsep Miskonsepsi	Kategori Miskonsepsi dan Alasan	Pembenaran Miskonsepsi	Indikator																																				
10.	Pembentukan laktat. Merupakan tahap glikolisis anaerob. Pembentukan laktat terjadi dari reaksi reduksi NADH yang dikatalis oleh enzim laktat dehidrogenase.																																							
7	<p>Kloroplas merupakan organel plastid yang mengandung pigmen hijau daun. Sel yang mengandung kloroplas terdapat pada mesofil daun tanaman yaitu sel-sel jaringan tiang dan bunga karang. Kloroplas tersusun dari bagian-bagian sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Stroma merupakan struktur kosong di dalam kloroplas. Merupakan tempat glukosa terbentuk dari karbondioksida dan air. 2. Tilakoid merupakan struktur cakram yang terbentuk dari pelipatan membran dalam kloroplas. Membran tilakoid menangkap energi cahaya dan mengubahnya menjadi energi kimia. 3. Grana merupakan satu tumpukan tilakoid. 4. Pigmen fotosintesis yaitu klorofil a, b, karotenoid, antosianin dan fikobilin. 	<p>Missidentification Alasan : Penggunaan kata “pigmen hijau daun” seharusnya cukup menggunakan kata “pigmen”. Selain itu, sel yang mengandung kloroplas bukan hanya mesofil atau bunga karang pada daun (meskipun daun merupakan tempat utama terjadinya fotosintesis) akan tetapi klorofil juga terdapat pada batang hijau dan buah yang belum matang.</p>	<p>Struktur kloroplas adalah sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tiap kloroplas dikelilingi oleh membrane ganda yang mengatur lalu lintas molekul keluar masuk kloroplas. 2. Di dalam stroma, terdapat tilakoid yang berarti kantong yang mengandung pigmen fotosintesis. 3. Tumpukan tilakoid disebut grana (1 tumpukan disebut granum). 4. Stroma merupakan cairan diluar tilakoid.. 5. Di dalam kloroplas juga terdapat DNA, RNA, ribosom dan berbagai jenis enzim. 	Menjelaskan komponen kloroplas																																				
8	 <p>Tabel 2.1. ATP yang dihasilkan dari Respirasi Seluler</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Reaksi</th> <th>Secara tidak langsung (lewat sistem transpor elektron)</th> <th>Secara langsung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Glikolisis</td> <td>2 NADH = 6 ATP</td> <td>2 ATP</td> </tr> <tr> <td>Oksidasi piruvat</td> <td>2 NADH = 6 ATP</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Siklus Krebs</td> <td>6 NADH = 18 ATP 2 FADH₂ = 4 ATP</td> <td>2 ATP</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Jumlah = 34 ATP</td> <td>4 ATP</td> </tr> </tbody> </table>	Reaksi	Secara tidak langsung (lewat sistem transpor elektron)	Secara langsung	Glikolisis	2 NADH = 6 ATP	2 ATP	Oksidasi piruvat	2 NADH = 6 ATP	-	Siklus Krebs	6 NADH = 18 ATP 2 FADH ₂ = 4 ATP	2 ATP		Jumlah = 34 ATP	4 ATP	<p>Over-simplification Alasan : Tidak diberi penjelasan jumlah ATP yang dihasilkan dalam respirasi aerob berlaku untuk hewan atau tumbuhan.</p>	<p>Perhitungan ATP respirasi aerob tumbuhan</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tahap</th> <th>Produk</th> <th>Konversi ke ATP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Glikolisis</td> <td>2 ATP</td> <td>2 ATP</td> </tr> <tr> <td>2 NADH</td> <td>4 ATP</td> </tr> <tr> <td>De-karboksilasi Oksidatif</td> <td>2 NADH</td> <td>6 ATP</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Siklus krebs</td> <td>2 ATP</td> <td>2 ATP</td> </tr> <tr> <td>6 NADH</td> <td>18 ATP</td> </tr> <tr> <td>2 FADH</td> <td>4 ATP</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td>36 ATP</td> </tr> </tbody> </table>	Tahap	Produk	Konversi ke ATP	Glikolisis	2 ATP	2 ATP	2 NADH	4 ATP	De-karboksilasi Oksidatif	2 NADH	6 ATP	Siklus krebs	2 ATP	2 ATP	6 NADH	18 ATP	2 FADH	4 ATP	TOTAL		36 ATP	Menjelaskan produk respirasi aerob
Reaksi	Secara tidak langsung (lewat sistem transpor elektron)	Secara langsung																																						
Glikolisis	2 NADH = 6 ATP	2 ATP																																						
Oksidasi piruvat	2 NADH = 6 ATP	-																																						
Siklus Krebs	6 NADH = 18 ATP 2 FADH ₂ = 4 ATP	2 ATP																																						
	Jumlah = 34 ATP	4 ATP																																						
Tahap	Produk	Konversi ke ATP																																						
Glikolisis	2 ATP	2 ATP																																						
	2 NADH	4 ATP																																						
De-karboksilasi Oksidatif	2 NADH	6 ATP																																						
Siklus krebs	2 ATP	2 ATP																																						
	6 NADH	18 ATP																																						
	2 FADH	4 ATP																																						
TOTAL		36 ATP																																						
			<p>Perhitungan ATP respirasi aerob hewan</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tahap</th> <th>Produk</th> <th>Konversi ke ATP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Glikolisis</td> <td>2 ATP</td> <td>2 ATP</td> </tr> <tr> <td>2 NADH</td> <td>6 ATP</td> </tr> <tr> <td>De-karboksilasi Oksidatif</td> <td>2 NADH</td> <td>6 ATP</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Siklus krebs</td> <td>2 ATP</td> <td>2 ATP</td> </tr> <tr> <td>6 NADH</td> <td>18 ATP</td> </tr> <tr> <td>2 FADH</td> <td>4 ATP</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td>38 ATP</td> </tr> </tbody> </table>	Tahap	Produk	Konversi ke ATP	Glikolisis	2 ATP	2 ATP	2 NADH	6 ATP	De-karboksilasi Oksidatif	2 NADH	6 ATP	Siklus krebs	2 ATP	2 ATP	6 NADH	18 ATP	2 FADH	4 ATP	TOTAL		38 ATP																
Tahap	Produk	Konversi ke ATP																																						
Glikolisis	2 ATP	2 ATP																																						
	2 NADH	6 ATP																																						
De-karboksilasi Oksidatif	2 NADH	6 ATP																																						
Siklus krebs	2 ATP	2 ATP																																						
	6 NADH	18 ATP																																						
	2 FADH	4 ATP																																						
TOTAL		38 ATP																																						

Berdasarkan identifikasi miskonsepsi delapan buku teks biologi pada konsep enzim dan metabolisme sel, ditemukan 20 konsep yang mengalami miskonsepsi. Indikator yang mengalami miskonsepsi tertinggi yakni indikator 3.2.12 Menjelaskan tahapan proses terjadinya respirasi aerob dengan jumlah 14 miskonsepsi. Kedua, yakni indikator 3.2.2 yakni mendeskripsikan komponen penyusun enzim dengan jumlah 2 miskonsepsi. Ketiga yakni indikator 3.2.7 Menjelaskan siklus calvin dalam tahapan fotosintesis. Keempat, yakni indikator 3.2.12. menjelaskan tahapan proses terjadinya respirasi anaerob. Kelima, yakni indikator 3.2.8. mendeskripsikan komponen kloroplas.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di SMA Negeri kabupaten Sidoarjo, maka dapat disimpulkan :

1. Persentase miskonsepsi pada buku teks yaitu buku teks berkode A dengan persentase miskonsepsi sebesar 36,9%; buku teks C sebesar 33,3% serta buku teks F sebesar 30,8% dan 5 buku teks dengan persentase miskonsepsi cukup rendah yakni buku teks berkode H dengan persentase miskonsepsi sebesar 27,8%; buku teks G sebesar 22,2%, buku teks D sebesar 17,6%, buku teks B dan E sebesar 16,7%.
2. Persentase kategori miskonsepsi yang ditemukan pada beberapa buku teks yakni *oversimplification* sebesar 61,9% dan *misidentification* sebesar 38,1% dengan miskonsepsi terbesar pada submateri respirasi aerob sebanyak 14 miskonsepsi, komponen enzim sebanyak 2 miskonsepsi, siklus Calvin sebanyak 2 miskonsepsi, komponen kloroplas sebanyak 1 miskonsepsi dan respirasi anaerob sebanyak 1 miskonsepsi.

Saran

Beberapa saran yang dapat disampaikan, antara lain :

1. Bagi guru, lebih teliti dalam membaca buku dan langsung melakukan pembenaran terhadap konsep yang mengalami miskonsepsi serta melakukan kajian terhadap buku terlebih dahulu sebelum digunakan didalam pembelajaran.
2. Bagi peneliti lain yang tertarik dengan analisis miskonsepsi buku teks, dapat melakukan penelitian pada konsep biologi yang lain.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Sifak Indana, M.Pd., dan Dr. Yuliani, M.Si. yang telah meluangkan waktunya sebagai validator instrumen penjangring miskonsepsi pada konsep enzim dan metabolisme sel, serta kepada pihak SMA negeri di Kabupaten Sidoarjo yang telah mengizinkan kegiatan penelitian berlangsung disana

DAFTAR PUSTAKA

- Adisendjaja, Y.H. dan Romlah O. 2007. "Identifikasi Kesalahan dan Miskonsepsi Buku Teks Biologi SMU". Proseding : *Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Dwijayanti, A., Umniyatie, S., dan Rakhmawati, A. 2016. "Analisis Miskonsepsi Archaebacteria dan Eubacteria dalam Buku Biologi SMA Kelas X di Kabupaten Sleman". *Jurnal Pendidikan Biologi*. Vol 5 (8).
- Handoko, R. 2016. "Analisis Miskonsepsi pada Buku teks Biologi SMA kelas X berbasis Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan 2006 dan Kurikulum 2013 di Kota Tebing Tinggi". *Jurnal Pelita Pendidikan*. Vol 4 (1): 2338-3003.
- Hershey, D.R. 2005. *More Misconceptions to Avoid When Teaching about Plants*. Online (<http://www.actionbioscience.org/education/hershey>. Html, diakses 05 April 2017).
- Respatiningrum. 2015. *Prosedur Penerbitan Buku Teks*. Jakarta : Erlangga.
- Rusyidiana, E., Yuliani dan Raharjo. 2016. "Analisis Butir Tes Pilihan Ganda Dua Tingkat untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Siswa pada Konsep Fotosintesis dan Respirasi Tumbuhan". *BioEdu*. Vol 5 (2): 2302-9528.
- Sugihartono. 2006. *Analisis Kesalahan Buku Teks*. Yogyakarta : UNY Press.
- Suparno, P. 2013. *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep dalam Pendidikan Fisika*. Jakarta : Grasindo.
- Suranti, T. 2016. "Miskonsepsi Materi Genetika dalam Buku Biologi SMA kelas XII yang ditulis berdasarkan Kurikulum 2013 di Kabupaten Kulon Progo". *Jurnal Kependidikan*. Vol 2 (1): 2580-5525
- Tridiyanti, E.P., dan Yuliani. 2017. "Profil Miskonsepsi dengan Menggunakan Three-Tier Test pada

Submateri Katabolisme Karbohidrat". BioEdu. Vol 6 (3): 2302-9528.

Zulfiani, Juanengsih, N., Suwarna, I.P., dan Milama, B. 2014. *Analysis of Student's Misconceptions on Basic Concept of Natural Science Throught CRI, Clinical Interview and Concept Maps. Proceeding of International Conference on Research, Implementation and Education of mathematics and Science 2014*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.

