

BAB IV

TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diuraikan hasil temuan yang didapatkan dari pengambilan data, analisis data, dan dilengkapi dengan hasil penelitian sebelumnya dan dibahas secara runtut berdasarkan pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan. Hasil penelitian terdiri atas tingkat keterampilan berpikir sistem peserta didik yang diketahui melalui skor *pretest* dan *posttest*, respons siswa dan guru terhadap *MERs* yang digunakan untuk memudahkan mereka dalam meningkatkan keterampilan berpikir sistem menggunakan kuesioner dan wawancara, serta keterlaksanaan *MERs* di kelas melalui lembar observasi. Data dianalisis untuk mengetahui ada tidaknya dan seberapa besar pengaruh *MERs* terhadap tingkat keterampilan berpikir sistem peserta didik.

4.1 Keterlaksanaan *MERs* sebagai Media Pembelajaran Materi Sistem

Hormon Reproduksi

Sistem hormon reproduksi merupakan salah satu materi yang dianggap sulit oleh siswa dan guru. Materinya yang kompleks, abstrak, dan mengandung banyak istilah asing melatarbelakangi pentingnya unsur pendukung untuk membantu pemahaman siswa. Pada penelitian ini, *Multiple External Representations (MERs)* digunakan sebagai media untuk menjembatani pemahaman siswa dengan melibatkan keterampilan berpikir sistem.

Terdapat sebelas submateri yang dibahas dalam penelitian ini. Dari mulai memperkenalkan mengenai sistem hormon endokrin yang berhubungan dengan sistem reproduksi hingga gangguan yang dapat terjadi akibat gangguan keseimbangan hormon reproduksi. Materi tersebut dibahas dalam tiga pertemuan. Namun, pada pertemuan pertama siswa juga melaksanakan *pretest* untuk mengetahui kondisi keterampilan berpikir sistem mereka. Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan durasi 2 minggu yang terbagi menjadi 4 pertemuan. Pertemuan terakhir hanya digunakan untuk pelaksanaan *posttest*, sehingga terdapat tiga pertemuan yang merupakan pembelajaran dengan pengaplikasian *MERs*. Masing-

masing pertemuan secara berurutan digunakan *MERs* sebanyak 3, 3, dan 5 tampilan *MERs*.

Pada saat pembelajaran, peneliti bertindak sebagai guru yang menyampaikan materi. *MERs* disusun dalam bentuk Power Point (PPT) yang penggunaannya tergolong sederhana dan memudahkan peneliti dalam merangkai beberapa representasi dalam satu slide. Peran utama guru adalah mengarahkan siswa untuk menginterpretasikan *MERs* yang ditampilkan. Guru mendorong siswa untuk menghubungkan setiap konsep yang terkandung dalam masing-masing representasi pada *MERs*. Pembelajaran dilakukan dengan ceramah dan tanya jawab untuk membantu siswa mengartikan simbol-simbol yang baru mereka lihat dalam representasi serta memperkenalkan konsep yang baru mereka pelajari. Pada setiap submateri, terdapat LKPD yang harus diselesaikan oleh siswa selama pembelajaran. LKPD dikumpulkan setiap akhir pembelajaran dan akan diberikan kembali pada pertemuan berikutnya.

Sebelum pembelajaran sistem hormon reproduksi dimulai, tingkat keterampilan berpikir sistem siswa diukur melalui *pretest* dengan 15 soal uraian. Tes yang digunakan untuk *pretest* maupun *posttest* merupakan soal yang sama. Dalam tes ini siswa diminta untuk mendeteksi komponen dan proses yang terjadi dalam suatu sistem, pengaruh satu komponen terhadap komponen lainnya secara sederhana, menganalisis interaksi dinamis yang terjadi pada komponen-komponen tersebut, melihat siklus yang terjadi dalam sistem, serta membuat generalisasi pada fenomena yang terjadi dalam konteks hormon reproduksi.

Pada masing-masing pertemuan, kegiatan berjalan dengan tahapan yang sama. Siswa mula-mula dibimbing mengamati masing-masing media pada tampilan *MERs*. Kemudian guru mengajukan serangkaian pertanyaan untuk merangsang siswa memaknai *MERs*. Guru menampung jawaban siswa secara lisan dan memberikan *feedback*. Siswa diberikan kesempatan untuk bertanya, menanggapi pertanyaan, ataupun jawaban dari guru dan siswa lain. Guru juga memastikan siswa dapat melihat jelas seluruh media. Kemudian siswa menjawab LKPD secara individu. LKPD yang diberikan berisi sejumlah pertanyaan dan ruang untuk siswa menuliskan makna yang mereka dapatkan dari *MERs* yang ditampilkan. Terdapat tiga LKPD yang digunakan sesuai dengan materi per-pertemuan.

Pertemuan pertama penelitian dilaksanakan pada tanggal 7 Mei 2024. Pada pertemuan pertama diawali dengan pelaksanaan *pretest*. *Pretest* dilaksanakan selama 45 menit. Namun, dilihat pada hasil jawaban siswa, mereka hanya berhasil menjawab maksimal 50% butir soal, bahkan sebagian besar kurang dari itu. Setelah ditanyakan lebih lanjut, siswa mengungkapkan bahwa materi sistem hormon reproduksi yang diujikan dalam soal merupakan materi baru bagi mereka. Berdasarkan alasan tersebut, mereka hanya menjawab soal yang setidaknya terbayang jawabannya, walaupun masih belum tepat. Setelah *pretest* selesai, tahap pembelajaran selanjutnya adalah kegiatan inti dengan tiga sub-materi.

Kegiatan inti dirancang selama 65 menit dengan menampilkan 3 *MERs* yang bertujuan sebagai pondasi pengetahuan awal mengenai hormon endokrin sebelum mempelajari lebih dalam tentang hormon reproduksi. Materi *MERs* tersebut antara lain pengenalan hormon endokrin, mekanisme kerja hormon endokrin, dan materi organ reproduksi. Pada pertemuan ini siswa dilatihkan kemampuan untuk mengidentifikasi komponen dan proses dalam sistem dan mengidentifikasi hubungan sederhana antarkomponen sistem.

Penampilan *MERs* pada pertemuan ini berjalan sesuai rencana. Durasi yang dibutuhkan pada materi ini terbilang cukup karena materi yang masih sederhana dan dasar sehingga siswa tidak memerlukan waktu tambahan untuk memahami representasi. Namun pada bagian mekanisme kerja hormon reproduksi, terdapat gangguan berupa suara video yang tidak terlalu terdengar oleh siswa. Oleh karena itu, guru memutar video sebanyak dua kali dengan posisi pengeras suara yang berbeda supaya seluruh siswa dapat menyimak video secara utuh. Namun nampaknya pemutaran video tersebut masih kurang maksimal karena video juga berbahasa Inggris.

Pertemuan kedua penelitian dilaksanakan pada 8 Mei 2024. Pada pertemuan kedua, kegiatan inti direncanakan berjalan selama 75 menit yang membahas tiga *MERs*, yaitu mengenai pubertas pada perempuan, pengaturan hormon reproduksi perempuan, dan hormon pada siklus menstruasi. Pada pertemuan ini siswa difasilitasi untuk melatih kemampuan menganalisis hubungan dinamis dan memahami siklus dalam sistem.

Pada pelaksanaannya, pertemuan ini yang seharusnya 2 jam pelajaran, terpotong jadi hanya 1,5 jp, sekitar 51 menit. Hal tersebut karena adanya kegiatan tambahan siswa. Karena hal tersebut, materi siklus menstruasi hanya baru dibahas sedikit. Sedangkan untuk dua materi lainnya dapat terlaksana pada pertemuan kedua ini. Pada materi ini ternyata siswa membutuhkan waktu yang lebih lama dibanding perencanaan untuk mengisi LKPD. Keterbatasan waktu menuntut siswa untuk cepat dalam menyelesaikan LKPD. Dampaknya terlihat pada kesan belajar siswa yang mana terdapat siswa yang merasa terlalu lelah dan pegal dalam mengisi LKPD.

Pertemuan ketiga pelaksanaan pembelajaran dilakukan pada 14 Mei 2024. Pada pertemuan terakhir ini, ditampilkan 5 *MERs* yang dirancang untuk durasi 120 menit. Materi yang disampaikan antara lain mengenai hormon saat kehamilan, pubertas pada laki-laki, perbandingan antara hormon laki-laki dengan perempuan, pengaturan reproduksi laki-laki, gangguan sistem hormon reproduksi, dan lanjutan mengenai hormon pada siklus menstruasi. Melalui *MERs* pada materi pertemuan ini, kemampuan siswa dalam menganalisis hubungan dinamis, memahami siklus, dan membuat generalisasi dilatihkan.

Sebelum pembelajaran dimulai, guru membagikan LKPD 3 yang harus siswa kerjakan. Pada momen ini, sebagian siswa menunjukkan kesan lelah dan tidak bersemangat untuk mengisi LKPD. Pada pertemuan ini, perpindahan antar-*MERs*-nya berlangsung lebih cepat. Pada pertemuan ini, siswa sudah terbiasa dengan representasi yang digunakan. Kemudian pertanyaan yang tercantum pada LKPD juga lebih sedikit dibandingkan pertemuan-pertemuan sebelumnya. Karena masih ada waktu yang tersisa, guru mengulang dan memperdalam penerangan mengenai siklus menstruasi dengan menampilkan kembali *MERs* siklus menstruasi. Pada *MERs* secara keseluruhan pada pertemuan ini, siswa membutuhkan waktu lebih lama untuk memahami siklus menstruasi. Total durasi yang digunakan untuk mempresentasikan *MERs* pada pertemuan ini adalah 104 menit.

Berdasarkan uraian tersebut, *MERs* yang telah dirancang dapat ditampilkan secara keseluruhan pada tiga pertemuan. Namun pada pelaksanaannya, banyak terdapat ketidaksesuaian antara durasi perkiraan dengan durasi di lapangan. Detail durasi dari masing-masing *MERs* dapat dilihat pada **Lampiran B.7**.

4.2 Keterampilan Berpikir Sistem

Pada bagian ini akan diuraikan mengenai keterampilan berpikir sistem siswa sebelum dan sesudah pembelajaran dengan menggunakan *MERs*. Sebelum pembelajaran, siswa diberikan *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal siswa dalam berpikir sistem. Setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai, siswa diberikan *posttest* untuk mengukur kemampuan akhir siswa dalam berpikir sistem. *Pretest* dan *posttest* yang diberikan adalah soal yang sama berupa 15 butir soal uraian. Hasil *pretest* dan *posttest* tersebut dianalisis untuk memastikan adanya perbedaan kemampuan awal dan akhir siswa setelah melakukan pembelajaran dengan menggunakan *MERs*. Hasil data keterampilan berpikir sistem siswa diolah secara statistik menggunakan SPSS 26 dan MS Excel. Rekapitulasi hasil analisis data tercantum pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil Uji Statistik Keterampilan Berpikir Sistem

Tipe Data		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
N		36	36
Mean		19.57	55.69
Std. Dev		8.57	16.33
Nilai Tertinggi		40.00	91.11
Nilai Terendah		0.00	28.89
Uji Normalitas (Shapiro Wilk)	Sig.	0.547	0.758
	Int.	Data terdistribusi normal	Data terdistribusi normal
Uji Perbedaan (Paired Sample t-Test)	Sig.	0.000	
	Int.	Signifikan	
N-gain	Skor	0.46	
	Int.	Sedang	

Tabel 4.1, merupakan ringkasan data hasil *pretest* dan *posttest* berpikir sistem yang melibatkan 36 siswa sebagai responden penelitian. Berdasarkan data tersebut, diketahui terdapat perbedaan antara hasil *pretest* dengan hasil *posttest* siswa. Nilai terendah yang diperoleh siswa pada *pretest* adalah 0 dan nilai tertingginya adalah 28.89 sedangkan hasil *posttest* memiliki nilai terendah 40 dan nilai tertinggi 91.11. Rata-rata nilai *pretest* yang didapatkan siswa tergolong sangat kurang dengan rata-rata 19.57. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perolehan sebagian besar siswa berada pada kategori sangat kurang. Siswa yang memperoleh kategori baik dan sangat baik sangatlah sedikit yang berarti sebelum diberikan intervensi, tingkat keterampilan berpikir sistem siswa masih sangat lemah, hanya sebagian kecil siswa saja yang sudah memiliki dasar keterampilan berpikir sistem.

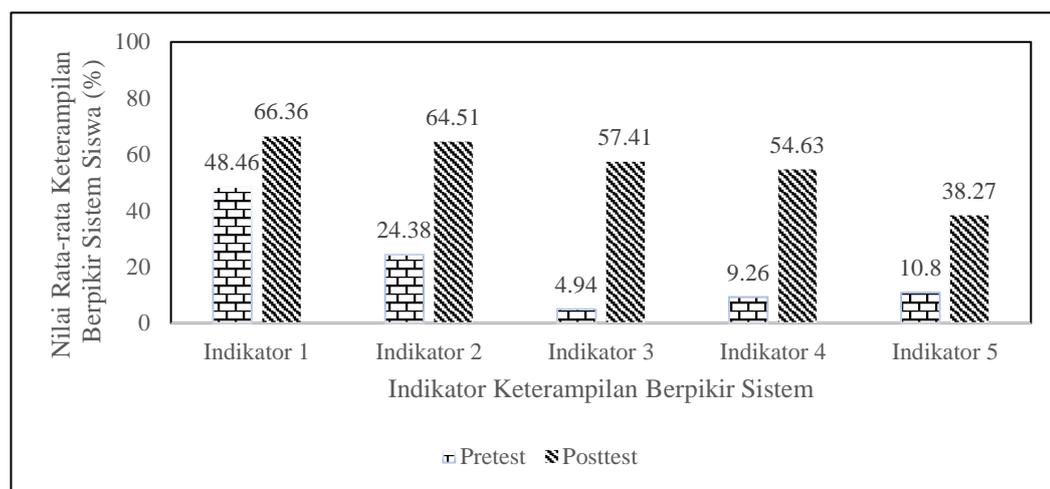
Hasil *posttest* lebih tinggi dibanding hasil *pretest*. Rata-rata *posttest* naik menjadi 55.69, tergolong pada kategori cukup. Selain pada rata-rata, nilai terendah dan tertinggi siswa juga mengalami perubahan yang menunjukkan penggunaan *MERs* ini dapat meningkatkan keterampilan berpikir sistem siswa.

Hasil data *pretest* dan *posttest* kemudian dilakukan uji normalitas menggunakan Shapiro Wilk ($n < 50$) sebagai uji prasyarat. Berdasarkan uji normalitas, didapatkan bahwa nilai signifikansi hasil *pretest* dan *posttest* secara berurut adalah 0.547 dan 0,758 yang menandakan data berdistribusi normal karena nilai signifikansi lebih dari 0.005. Selanjutnya dilakukan uji beda rata-rata menggunakan uji parametrik Paired Sample t-Test. Dihasilkan nilai signifikansi 0.000 (sig. < 0.005) yang berarti tingkat keterampilan berpikir sistem siswa antara sebelum dengan sesudah diberikannya intervensi berupa pembelajaran menggunakan *MERs* berbeda secara signifikan. Setelah diketahui terdapat perbedaan, dilakukan uji N-Gain untuk melihat besar perbedaan tersebut. Dari uji N-Gain didapatkan rata-rata nilai 0.46 yang tergolong sedang. Hal tersebut mengartikan bahwa penggunaan *MERs* cukup baik untuk meningkatkan keterampilan berpikir sistem siswa.

Berdasarkan analisis statistik tersebut, disimpulkan bahwa penggunaan *Multiple External Representations (MERs)* yang mengombinasikan beberapa jenis representasi dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem siswa. Penggabungan representasi visual dapat menjembatani pengetahuan siswa dalam pelajaran sistem hormon reproduksi yang bersifat abstrak. Hal ini sejalan dengan penelitian Hung (2008) yang menyatakan bahwa penggunaan representasi visual eksternal dapat membantu siswa mengatasi kesulitan yang mereka hadapi mengenai sifat dan hubungan yang abstrak dan tidak dapat dikenali saat belajar mengenai suatu sistem. Oleh karena itu, penggunaan *MERs* membantu siswa dalam memahami sistem melalui penggambaran sistem yang lebih jelas.

Selain secara keseluruhan, hasil perolehan *pretest* dan *posttest* juga dilihat pada masing-masing indikator berpikir sistem. Pada penelitian ini terdapat lima indikator keterampilan berpikir sistem yang diujikan, yaitu (1) kemampuan mengidentifikasi komponen dan proses dalam sistem, (2) kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan sederhana antarkomponen sistem, (3) kemampuan

untuk mengidentifikasi hubungan dinamis antarkomponen sistem, (4) kemampuan untuk memahami siklus natural dari sistem, dan (5) kemampuan untuk membuat generalisasi. Indikator tersebut disusun berdasarkan tahap berpikir sistem yang dikemukakan oleh Ben-Zvi Assaraf dan Orion (2005) dimana kemampuan mengidentifikasi komponen dan proses dalam sistem merupakan tahap awal dari berpikir sistem dan kemampuan membuat generalisasi menjadi tahap tertinggi dalam keterampilan berpikir sistem dalam penelitian ini.



Gambar 4. 1 Perbandingan Nilai Rata-rata *Pretest* dan *Posttest* Setiap Indikator Berpikir Sistem

Merujuk pada Gambar 4.1, keterampilan berpikir sistem siswa pada masing-masing indikator mengalami kenaikan dengan golongan kategori yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil *pretest*, diketahui bahwa kemampuan siswa pada masing-masing indikator masih tergolong lemah. Namun, pada indikator 1, yaitu kemampuan dalam siswa dalam mengidentifikasi komponen dan proses dalam sistem sudah cukup baik. Pada empat indikator lainnya, kemampuan siswa masih sangat lemah. Pada hasil *posttest*, terlihat nilai pada seluruh indikator meningkat. Indikator kedua sampai kelima mengalami peningkatan yang hampir seimbang, sedangkan indikator pertama peningkatannya tidak sebesar indikator lainnya. Hal tersebut karena kemampuan siswa dalam mengidentifikasi komponen dan proses dalam sistem pada awalnya memang sudah cukup tinggi dibanding empat indikator lainnya. Perolehan hasil *posttest* tersebut terlihat semakin menurun pada indikator-indikator selanjutnya. Hal tersebut selaras dengan Raved dan Yarden (2014) yang

menyatakan bahwa semakin tinggi tahap, jumlah siswa yang menguasai keterampilan berpikir sistem semakin berkurang. Hal tersebut menjadi alasan semakin rendah juga nilai rata-rata pada tahap berpikir sistem yang lebih tinggi. Selanjutnya, pada Gambar 4.1 juga menunjukkan bahwa nilai *posttest* siswa masih belum memenuhi kriteria ketuntasan minimum. Hal tersebut diduga karena keterampilan berpikir sistem merupakan keterampilan yang tergolong baru bagi siswa dan perlu dilatihkan terus dalam pembelajaran untuk mendapatkan penguasaan yang lebih maksimal. Walaupun begitu, terdapat kemajuan yang dialami siswa pada kelima kemampuan dalam indikator berpikir sistem. Kemajuan tersebut dapat dilihat pada sebaran siswa pada kategori nilai setiap indikator yang ditampilkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Rincian Jumlah Siswa pada Setiap Indikator Berpikir Sistem

Kategori	<i>Pretest</i>					<i>Posttest</i>				
	Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3	Indikator 4	Indikator 5	Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3	Indikator 4	Indikator 5
Sangat baik	3	-	-	-	-	9	13	5	3	1
Baik	9	1	-	1	-	12	7	13	12	6
Cukup	12	10	-	-	-	11	8	12	13	11
Kurang	8	10	4	6	8	4	7	3	7	10
Sangat kurang	4	15	32	29	28	-	1	3	1	8

Berdasarkan Tabel 4.2, apabila dilihat dari masing-masing indikator, pada hasil *pretest*, sebagian siswa sudah memiliki dasar dalam mengidentifikasi komponen dan proses yang terlibat dalam suatu sistem dengan perolehan nilai dalam kategori cukup menempati posisi paling tinggi. Sedangkan pada empat indikator lainnya, perolehan terbanyak masih ada pada kategori sangat kurang yang mengartikan siswa belum menguasai keempat kemampuan tersebut, yaitu kemampuan dalam mengidentifikasi hubungan sederhana, hubungan dinamis, dan siklus dalam sistem, serta membuat generalisasi. Hal tersebut bisa diakibatkan karena masih kurangnya pengetahuan mereka mengenai konsep sistem hormon reproduksi yang berdampak pada pemahaman yang rendah untuk bisa menganalisis komponen dan hubungan dalam sistem (Simonsmeier *et al.*, 2022). Selanjutnya, pada hasil *posttest*, terjadi perubahan sebaran nilai siswa pada setiap indikator.

Kemampuan siswa dalam menganalisis hubungan dinamis dalam sistem, memahami siklus, dan membuat generalisasi pada kategori sangat kurang yang sebelumnya jumlahnya lebih dominan menjadi jauh berkurang. Besarnya perubahan yang terjadi dianalisis lebih lanjut melalui uji N-Gain. Hasil N-Gain tiap indikator dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil N-Gain Keterampilan Berpikir Sistem Siswa

No	Indikator	Pretest		Posttest		N-Gain	
		Rata-rata Nilai	Kategori	Rata-rata Nilai	Kategori	Skor	Kategori
1	Kemampuan mengidentifikasi komponen dan proses dalam sistem	48.46	Cukup	66.36	Baik	0.35	Sedang
2	kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan sederhana antarkomponen sistem	24.38	Kurang	64.51	Baik	0.53	Sedang
3	kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan dinamis	4.94	Sangat Kurang	57.41	Cukup	0.55	Sedang
4	kemampuan untuk memahami siklus natural dari sistem	9.26	Sangat Kurang	54.63	Cukup	0.50	sedang
5	kemampuan untuk membuat generalisasi	10.8	Sangat Kurang	38.27	Kurang	0.31	Sedang
Rata-Rata		19.57	Sangat Kurang	55.69	Cukup	0.46	Sedang

Berdasarkan hasil analisis N-Gain pada Tabel 4.3, diperoleh rata-rata skor N-Gain sebesar 0.46 yang tergolong dalam kategori sedang. Pada indikator kemampuan mengidentifikasi komponen dan proses dalam sistem mengalami peningkatan sebesar 0.35 yang menunjukkan bahwa peningkatan berada pada kategori sedang. Pada indikator kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan sederhana antarkomponen sistem mengalami peningkatan sebesar 0.53 yang menunjukkan bahwa peningkatan berada pada kategori sedang. Pada indikator kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan dinamis antarkomponen sistem mengalami peningkatan sebesar 0.55 yang menunjukkan bahwa peningkatan berada pada kategori sedang. Pada indikator kemampuan untuk memahami siklus natural dari sistem mengalami peningkatan sebesar 0.50 yang menunjukkan bahwa peningkatan berada pada kategori sedang. Pada indikator kemampuan untuk membuat generalisasi mengalami peningkatan sebesar 0.31 yang menunjukkan

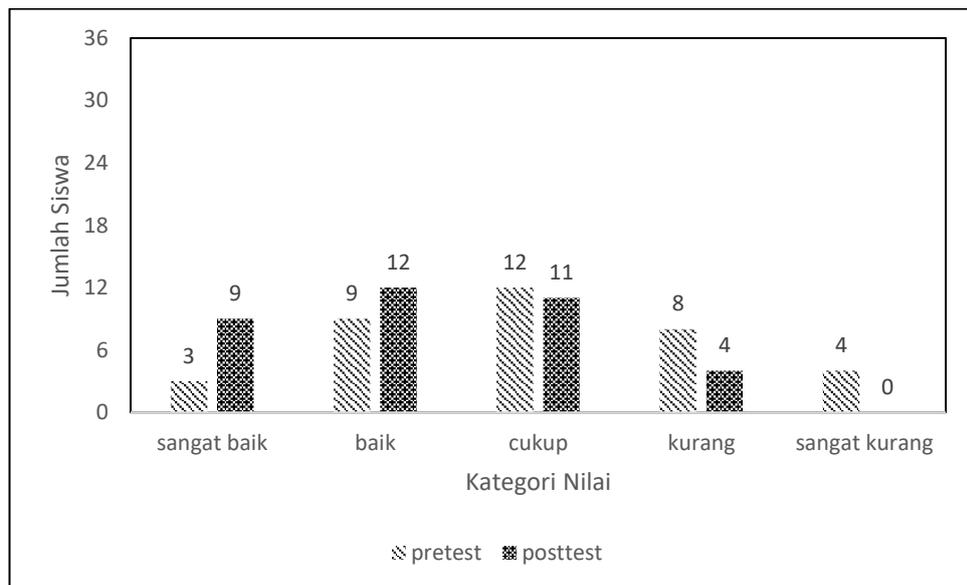
bahwa peningkatan berada pada kategori sedang. Hal tersebut mengartikan bahwa penggunaan *MERs* dalam pembelajaran dapat meningkatkan keterampilan berpikir sistem siswa. Hal ini sejalan dengan penelitian Lee *et al.* (2016) yang mengatakan penggunaan multiple representations dapat memfasilitasi dan memberikan kontribusi terhadap pengembangan pemikiran sistem siswa karena melalui penyajian banyak representasi ini memungkinkan siswa untuk mempertimbangkan berbagai elemen sistem dan memahami keterkaitan antarelemen tersebut. Penggunaan rangkaian media dalam *MERs* dirancang salah satunya dengan tujuan untuk melengkapi informasi yang ingin dibangun pada materi dalam *slide*. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan oleh Ainsworth (1999) yang mengungkapkan bahwa salah satu fungsi *MERs* adalah fungsi *complementary roles*, yaitu satu media melengkapi informasi media lainnya. Hal ini mendukung bahwa *MERs* dapat membangun pemahaman konsep siswa secara bertahap yang mengacu juga pada level berpikir sistem siswa, dimulai dari mengenali komponen hingga mengidentifikasi siklus yang kompleks.

Indikator membuat generalisasi adalah indikator dengan peningkatan paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa masih banyak siswa yang kesulitan untuk menguasai kemampuan membuat generalisasi walaupun sudah melalui pembelajaran berbantuan *MERs*. Secara keseluruhan, peningkatan yang terjadi setelah dilakukannya pembelajaran menggunakan *MERs* masih belum tergolong tinggi dan masih terdapat siswa yang mendapatkan nilai rendah pada hasil *posttest* yang menunjukkan bahwa keterampilan berpikir sistem belum sepenuhnya dikuasai oleh siswa. Tingkat keberhasilan *MERs* dalam membantu siswa memahami materi dan meningkatkan keterampilan berpikir sistem ini diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut antara lain berkaitan dengan fitur-fitur yang terdapat pada *MERs*, cara penyajian *MERs*, durasi interaksi siswa terhadap *MERs*, durasi pembelajaran, kualitas LKPD, keterampilan guru sebagai fasilitator, dan partisipasi siswa dalam pembelajaran. Penjelasan secara lebih detail dibahas pada poin-poin di bawah berdasarkan indikator berpikir sistem.

a. Mengidentifikasi Komponen dan Proses dalam Sistem

Indikator pertama, yaitu kemampuan mengidentifikasi komponen dan proses dalam sistem. Indikator ini berkaitan dengan kemampuan siswa

untuk mengidentifikasi komponen-komponen seperti hormon, kelenjar, dan organ reproduksi, dan proses-proses seperti umpan balik hormon, pubertas, menstruasi, dan kehamilan. Indikator ini diujikan melalui tiga soal diantaranya, kemampuan siswa dalam mengidentifikasi komponen dan proses yang terlibat pada pengaturan hormon reproduksi laki-laki, mengidentifikasi hormon beserta peran dan organ targetnya, serta mengidentifikasi keadaan hormon yang mempengaruhi kondisi ibu hamil. Soal tersebut tersebar pada nomor 1, 3, dan 6.



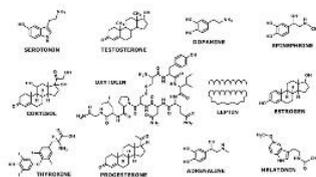
Gambar 4. 2 Komposisi Siswa per Kategori Nilai *Pretest* dan *Posttest* Indikator 1

Pada Gambar 4.2 disajikan perbandingan sebaran jumlah siswa per kategori nilai pada hasil *pretest* dan *posttest*. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa nilai siswa mengalami peningkatan pada hasil *posttest*. Peningkatan tersebut dapat dilihat pada tiga kategori nilai teratas (Sangat baik, baik, dan cukup), yaitu meningkat dari 66.66% menjadi 88.88%. Ditinjau dari nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* pada Tabel 4.3, terdapat kenaikan, yang mana pada awalnya diperoleh nilai 48.46 (Cukup) naik menjadi 66.36 (Baik). Nilai tersebut mengalami peningkatan sebesar 0.35 (sedang).

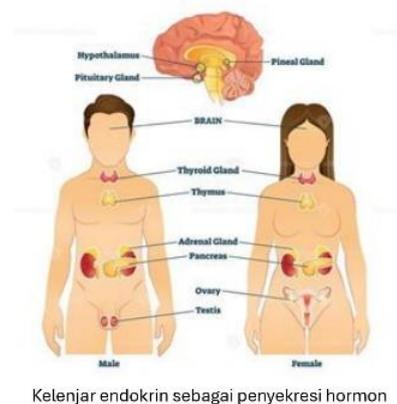
Berdasarkan pemaparan tersebut, kemampuan siswa dalam mengidentifikasi komponen dan proses dalam sistem mengalami peningkatan setelah pembelajaran. Peningkatan ini terjadi karena dalam

pembelajaran siswa terus dilatihkan untuk mengidentifikasi komponen dan proses yang tersaji dalam *MERs*. *MERs* tersebut terdiri dari rangkaian representasi. Dari representasi yang digunakan, terdapat fitur label yang dapat mengarahkan siswa untuk mengidentifikasi komponen dan proses yang terlibat dalam suatu mekanisme ataupun fenomena yang tersaji. Selain itu, pada saat pembelajaran guru memberikan pertanyaan pengarah untuk membantu siswa merincikan komponen dan bentuk proses yang ada dalam suatu sistem. Siswa diminta mengidentifikasi objek yang ditampilkan pada representasi. Misalnya pada Gambar 4.3 mengenai struktur hormon, awalnya peserta didik hanya menjawab gambar pertama merupakan kumpulan molekul, tetapi guru mengarahkannya lagi untuk melihat teks yang disajikan di bawah gambar. Guru ingin menekankan bahwa *slide* yang ditampilkan dalam satu layar saling berhubungan untuk menciptakan pemahaman yang utuh. Siswa dilatihkan untuk mengetahui informasi gambar dengan melihat representasi lainnya. Melalui interpretasi berbagai representasi, siswa dapat mengonstruksi pemahaman mereka tentang sistem (Schnotz & Bannert, 2003). Selanjutnya guru bertanya jumlah kelenjar yang menyusun sistem endokrin dan kelenjar apa saja yang paling berperan untuk menjalankan fungsi reproduksi (merujuk pada Gambar 4.3). Pertanyaan tersebut berfungsi untuk memastikan bahwa siswa telah mengidentifikasi seluruh komponen (kelenjar) yang ditampilkan.

Hormon Endokrin

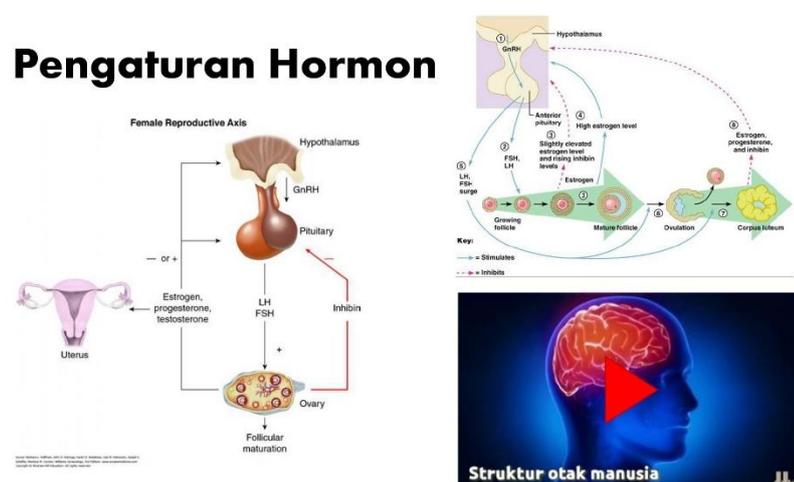


Hormon endokrin merupakan **senyawa kimia** yang berperan penting dalam menciptakan kondisi **homeostasis** dengan mengatur berbagai fungsi dan sistem organ.



Gambar 4. 3 *MERs* Pengenalan Hormon Endokrin

Melalui *MERs* ini (Gambar 4.3), siswa diperkenalkan dengan hormon dan kelenjar sebagai komponen utama dalam sistem endokrin. Setiap jenis hormon memiliki bentuk molekul yang berbeda sebagai ciri khas mereka untuk bisa dikenali oleh sel target. Hormon tersebut dihasilkan oleh kelenjar endokrin yang tersebar dalam tubuh. Masing-masing kelenjar berfungsi secara sinergis untuk menciptakan kondisi homeostasis. Pengetahuan ini menjadi dasar bagi siswa dalam mengidentifikasi komponen pada proses yang lebih kompleks. Selain itu, kemampuan dalam mengenal komponen dan proses dalam sistem juga dilatihkan melalui *MERs* pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 *MERs* Pengaturan Hormon Reproduksi Perempuan

Pada *MERs* Gambar 4.4 siswa dilatihkan mengidentifikasi komponen melalui perbandingan dua diagram dan video. Dengan pengetahuan sebelumnya mengenai kelenjar dan hormon, siswa mengidentifikasi komponen-komponen yang terlibat pada pengaturan hormon reproduksi pada diagram. Dua diagram tersebut disajikan untuk melengkapi informasi mengenai komponen yang terlibat. Pada diagram skematik, komponen-komponen yang berbeda dapat diwakili oleh simbol atau gambar yang khas dan spesifik sehingga siswa dapat mengidentifikasi dan membedakan komponen serta proses yang terjadi dalam sistem. Hal ini sejalan Schnotz dan Bannert (2003) yang menyatakan representasi visual

membantu dalam penyajian informasi yang konkret dan mengurangi ambiguitas dalam memahami konsep. Berdasarkan hasil kuesioner respons siswa, pada *MERs* ini siswa memberi tanggapan positif, dengan rata-rata skor 80.55, yang menunjukkan bahwa dengan tampilan ini membuat siswa terbantu dalam mengidentifikasi komponen dan proses yang membangun sebuah sistem sistem.

Pertanyaan: Apa saja kelenjar yang menyusun sistem endokrin?

I. - Hypothalamus - Pituitary gland - Ovaries
 - Pineal gland - Adrenal glands - Testis
 - Thyroid gland - Pancreas - Thymus

Pertanyaan: Apa saja komponen yang terlibat dalam mekanisme kerja hormon? Bagaimana hormon dapat mencapai dan diterima oleh sel target?

Kelenjar endokrin, hormon, Pembuluh darah kapiler, reseptor, sel target

Hormon dapat mencapai sel target dengan mengalir melalui kapiler, dan dia akan diterima oleh sel target ketika sudah menemukan reseptor yang tepat.

Pertanyaan: Apa saja komponen yang terlibat dalam pengaturan sistem hormon reproduksi laki-laki? Apa tujuan dari pengaturan hormon?

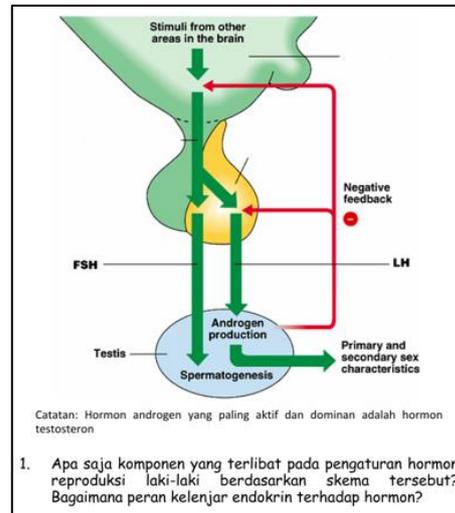
Kelenjar : Hypothalamus, ant Pituitary, Sertoli cells, Leydig cells
 Hormon : GnRH, FSH, LH, testosteron

Tujuan dari pengaturan hormon adalah untuk mengatur dan mengontrol hormon-hormon yang ada dalam tubuh, agar dapat berfungsi sesuai perannya.

Gambar 4. 5 Contoh Jawaban LKPD siswa Indikator 1

Pengetahuan siswa mengenai komponen dan proses diperjelas lagi dengan bantuan LKPD. Pada LKPD, kemampuan ini dilatihkan dalam materi pada LKPD 1, antara lain hormon endokrin, mekanisme kerja

hormon endokrin, organ reproduksi dan LKPD 3, antara lain hormon pada masa kehamilan, pengaturan hormon reproduksi laki-laki. Berdasarkan jawaban LKPD, sebagian siswa sudah bisa menyebutkan elemen dan proses yang terlibat dalam peristiwa yang disajikan pada tampilan *MERs* (Gambar 4.5).



Gambar 4. 6 Soal Nomor 1 Indikator 1

1. Kelenjar testis, hipotalamus & pituitari
hormon : LH, FSH & testosteron, inhibin, GnRH.

Gambar 4. 7 Jawaban Siswa A pada Indikator 1

1. ~~Hormon~~
yang terlibat:
1. Hipotalamus ✓
2. Hormon GnRH ✓
3. Pituitari anterior ✓
4. Hormon LH ✓
5. Hormon FSH ✓
6. Sertoli cell ✓
7. Leydig cell ✓
8. Hormon Testosteron ✓
9. Inhibin ✓
10. Hormon Inhibin ✓
Peran kelenjar endokrin adalah
kelenjar menghasilkan hormon,
hormon " ini berfungsi untuk
mengatur dan mengatur dan
mengatur berbagai proses kerja
tubuh.

Gambar 4. 8 Jawaban Siswa B pada indikator 1

Namun, perolehan rata-rata nilai pada indikator ini masih jauh dari sempurna. Pada indikator ini, terdapat siswa yang masih lemah dalam mendeteksi proses yang terjadi. Misalnya terlihat pada jawaban siswa A (Gambar 4.6), siswa sudah bisa mengelompokkan komponen tersebut berdasarkan kategori kelenjar dan hormon. Siswa juga menyebutkan komponen yang tidak secara tersurat ada pada skema soal, seperti GnRH, inhibin, dan testosteron sebagai hormon yang terlibat. Akan tetapi, siswa hanya berfokus pada komponen yang terlibat saja dan belum bisa menjelaskan proses yang terjadi pada pengaturan hormon reproduksi yang berkaitan dengan fungsi kelenjar, berbeda dengan siswa B (Gambar 4.7). Gambar 4.7 menampilkan contoh jawaban siswa yang sudah berhasil memenuhi kemampuan mengidentifikasi komponen dan proses dalam sistem. Siswa B pada jawabannya sudah menyebutkan komponen yang terlibat dengan lebih detail dari siswa A. Selain menyebutkan hormon inhibin, GnRH, dan testosteron, siswa secara spesifik menyebutkan pituitari anterior, sel sertoli, dan sel leydig sebagai struktur organ atau kelenjar yang terlibat. Lalu siswa secara tepat menyebutkan proses yang terjadi yang mana berhubungan dengan peran kelenjar endokrin untuk menghasilkan hormon.

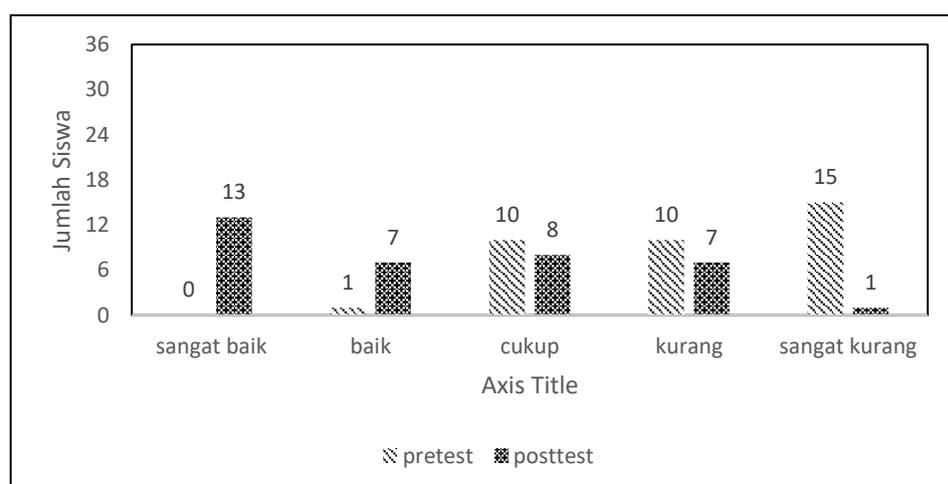
Hasil jawaban posttest siswa berbeda dengan jawaban pada LKPD (Gambar 4.5). Hal ini diduga karena representasi pada soal *posttest* tidak secara detail menampilkan informasi berupa komponen-komponen yang terlibat. Berbeda pada saat pembelajaran, mereka disajikan lebih dari dua representasi. Penggunaan lebih dari dua representasi memiliki fungsi *complementary*, artinya representasi satu dapat saling melengkapi kekurangan pada representasi lainnya (Ainsworth, 1999). Alasan selanjutnya karena siswa tidak sepenuhnya fokus pada saat pembelajaran yang melatih komponen dan proses yang lebih kompleks, terutama pada pertemuan ketiga. Siswa mengungkapkan bahwa mereka cenderung bosan dengan metode pembelajaran dan penugasan yang monoton. Dengan demikian, nampaknya siswa juga perlu dilatihkan untuk melihat komponen tersembunyi yang terlibat pada sebuah proses, tidak hanya terpaku pada informasi tekstual yang ditampilkan pada representasi.

Selain itu, perlu diberikan variasi pembelajaran supaya siswa lebih semangat dalam mengikuti pembelajaran di kelas dan pengetahuan yang didapatkan bisa lebih bermakna bagi siswa.

b. Mengidentifikasi Hubungan Sederhana Antarkomponen Sistem

Indikator untuk mengidentifikasi hubungan sederhana antarkomponen sistem berkaitan dengan kemampuan siswa untuk mengenali dan menjelaskan interaksi yang terjadi antara satu komponen dengan komponen lain. Siswa dibimbing untuk mengidentifikasi koneksi langsung antara komponen-komponen dalam sistem, seperti efek dari hormon pada sel target, hormon reproduksi terhadap kondisi tubuh, hormon reproduksi terhadap hormon reproduksi lain, dan hormon reproduksi terhadap kelenjar endokrin.

Kemampuan siswa dalam mengidentifikasi hubungan sederhana antarkomponen sistem ini diujikan dalam tiga soal dengan topik yang berbeda. Siswa dianalisis keterampilannya dalam mengidentifikasi hubungan sederhana yang terjadi antara hormon, sel sekresi, pembuluh darah, dan sel target dalam konteks mekanisme hormon, hormon dengan kondisi fisik pada masa pubertas, dan hubungan antarkelenjar, yaitu hipotalamus dan pituitari untuk mengatur keseimbangan hormon dalam tubuh. Soal tersebut tersebar pada nomor 7, 8, dan 9.



Gambar 4. 9 Komposisi Siswa per Kategori Nilai *Pretest* dan *Posttest*
Indikator 2

Pada indikator ini terjadi peningkatan rata-rata *posttest* dan juga terdapat perubahan sebaran jumlah siswa berdasarkan kategori nilainya (Gambar 4.9). Siswa pada tiga kategori nilai teratas jumlahnya naik dari 30.55% menjadi 77.77%. Sedangkan pada dua indikator bawah, yaitu pada kategori kurang dan sangat kurang jumlahnya menurun dari 69.44% menjadi hanya 22.22%. Ditinjau dari nilai *pretest* dan *posttest* juga menunjukkan perubahan dari 24.38 (kurang) menjadi 64.51 (baik). Hasil N-Gain menunjukkan terjadi peningkatan sebesar 0.53 (sedang). Dengan demikian, secara umum penggunaan *MERs* ini membantu siswa dalam memahami interaksi yang terjadi antarkomponen sistem. Hal tersebut sejalan dengan hasil respons siswa terhadap *MERs* yang dapat membantu mereka dalam memahami hubungan sederhana antara komponen sistem, yang mana pada pernyataan ini mendapat persentase rata-rata 81,9% kategori baik sekali.

Mekanisme Kerja Hormon Endokrin



Gambar 4. 10 *MERs* Mekanisme Kerja Hormon Endokrin untuk Indikator 2

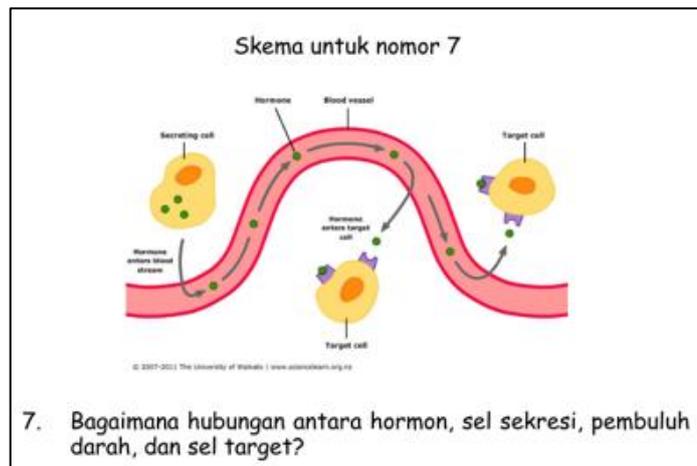
Peningkatan yang terjadi karena kemampuan dalam mengidentifikasi komponen ini dalam pembelajaran dilatihkan melalui *MERs* dengan bantuan pertanyaan lisan dari guru. Salah satu *MERs* yang digunakan untuk melatihkannya adalah Gambar 4.10. *MERs* ini berisikan skema sederhana, ilustrasi, teks, dan dua video animasi mengenai mekanisme kerja hormon. Untuk melatihkan siswa dalam melihat hubungan dan interaksi yang terjadi antarkomponen sistem, representasi disusun

secara urut dari representasi statis berupa skema sederhana, teks, dan gambar ilustrasi sampai representasi dinamis berupa video dengan informasi yang lebih kompleks. Assaraf *et al.* (2013) menyebutkan bahwa mengidentifikasi hubungan sederhana antarkomponen dalam sistem adalah keterampilan siswa untuk mengenali koneksi langsung antarkomponen. seperti efek dari satu elemen terhadap elemen lainnya.

MERs tersebut menampilkan penggabungan konsep yang memperlihatkan hubungan keterkaitan antara komponen dengan kondisi yang diakibatkannya ketika bekerja dalam sistem. *MERs* yang diawali dengan penyajian skema sederhana dengan tanda panah memberi gambaran awal alur interaksi yang terjadi. Interaksi yang terjadi tergambar pada video 1 yang menunjukkan respons sel target setelah reseptor berhasil berikatan dengan hormon yang tepat. Untuk memahami interaksi yang digambarkan melalui *MERs*, Dengan begitu, *MERs* mendukung pemahaman yang lebih dalam ketika informasi yang terkandung pada kombinasi representasi diintegrasikan. Ini memungkinkan siswa untuk membangun pengetahuan baru berdasarkan informasi yang ada mengenai interaksi-interaksi yang terjadi antarkomponen (Schwonke *et al.*, 2007).

Untuk memahami interaksi yang terjadi, guru mengajukan pertanyaan pengarah kepada siswa yang mengacu pada *MERs* yang disajikan. Pertanyaan tersebut seperti “apa fungsi kelenjar endokrin berdasarkan skema?”, “bagaimana peran pembuluh darah terhadap hormon?”, dan “apa yang terjadi apabila sel target berhasil mengikat hormon?”. Pertanyaan tersebut membimbing siswa untuk mengonsep pengetahuan mereka mengenai interaksi yang terjadi pada komponen-komponen yang terlibat dalam suatu proses. Namun, meskipun sudah dilatihkan, kemampuan siswa dalam hal mengidentifikasi hubungan komponen sistem masih terdapat kekurangan yang terlihat dari hasil *posttest* sebagian siswa yang belum mencapai standar nilai pada kategori baik. Kelemahan atau kesulitan siswa dalam menguasai kemampuan ini tergambar dari jawaban mereka pada *posttest*. Berikut ditampilkan soal No. item 7 beserta jawaban siswa yang mewakili jawaban subjek penelitian pada

indikator kemampuan mengidentifikasi hubungan sederhana antarkomponen sistem.



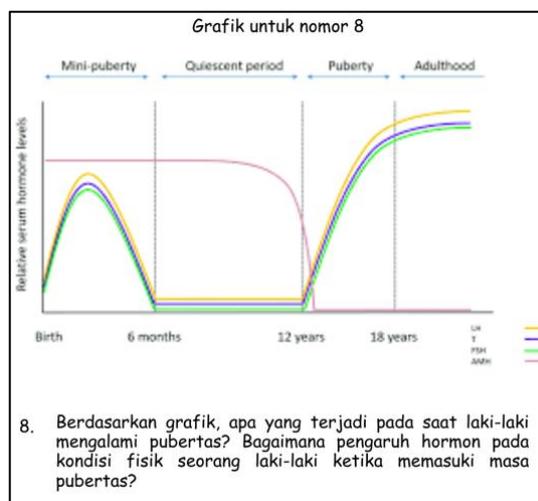
Gambar 4. 11 Soal Nomor 7 Indikator 2

7. Hormon akan menempel di reseptor yg cocok. reseptor berada di sel target, pembuluh darah akan terus bekerja sepanjang waktu (mengantar hormon)

Gambar 4. 12 Jawaban Siswa A Pada Indikator 2

7) Sel sekresi mengeluarkan hormon ke pembuluh darah yaitu kapiler dan hormon dibawa melalui pembuluh darah menuju sel target yang telah dibungkus reseptor. Bila cocok, hormon akan diikat reseptor lalu reseptor memberi respon thd respon tersebut

Gambar 4. 13 Jawaban Siswa B Pada Indikator 2



8. Berdasarkan grafik, apa yang terjadi pada saat laki-laki mengalami pubertas? Bagaimana pengaruh hormon pada kondisi fisik seorang laki-laki ketika memasuki masa pubertas?

Gambar 4. 14 Soal Nomor 8 Indikator 2

8. hormon AMH yg merupakan hormon penghambat tumbuhnya kondisi fisik wanita akan menurun. hormon LH, FSH & testosterone akan meningkatkan pesat untuk pembentukan karakteristik sekunder laki-laki seperti tumbuhnya jakun, rambut & halus pada bagian tertentu, dlb. muncul karakteristik primer seperti pematangan sperma. (3)

Gambar 4. 15 Jawaban Siswa C Pada Indikator 2

Pada Gambar 4.12, siswa A sudah menemukan hubungan sederhana yang terjadi antarkomponen yang terlibat dalam mekanisme hormon, tetapi jawaban yang diberikan belum menunjukkan adanya akhir dari mekanisme tersebut. Sedangkan siswa B dan C menyebutkan suatu hasil yang menjadi dampak dari interaksi yang terjadi antarkomponen. Hal ini sejalan dengan penelitian Assaraf *et al.* (2013) yang mana siswa cenderung lebih memperhatikan hubungan-hubungan antara komponen-komponen dalam sistem yang bersifat struktural daripada prosesusual. Hubungan yang bersifat struktural merujuk pada karakteristik yang berkaitan dengan komponen fisik atau bagian-bagian yang membentuk suatu sistem, seperti bentuk, ukuran, atau lokasi dari komponen-komponen tersebut. Sedangkan prosesusual adalah aspek yang berkaitan dengan proses atau aktivitas yang terjadi dalam suatu sistem, seperti urutan tindakan atau perubahan yang terjadi secara bertahap.

Tanggal : 7 Mei 2024

Mekanisme Kerja Hormon Endokrin (4)

Perhatikan dengan saksama media yang ditampilkan pada slide PPT. Tuliskan interpretasi atau makna yang kamu dapatkan dari rangkaian media tersebut.

Kelenjar endokrin akan menyekresikan hormon ke pembuluh darah kapiler dan disalurkan ke sel target. Pada sel target, terdapat reseptor yg mengikat hormon secara spesifik.



• Hormon A ▲ Hormon B

Jumlah reseptor pada sel target dapat berubah sesuai dengan kebutuhan hormon pada sel target.

* Reseptor tidak hanya berada di permukaan sel target, tetapi bisa di dalam sel target.

Setelah menginterpretasikan rangkaian media pada slide, jawablah pertanyaan di bawah ini.

1. Apa saja komponen yang terlibat dalam mekanisme kerja hormon?
2. Apa saja yang menjadi ciri khas dari kerja hormon?
3. Bagaimana hormon dapat mencapai dan diterima oleh sel target?
4. Apa yang dapat kamu simpulkan mengenai hubungan antara hormon, sel sekresi, pembuluh darah, dan sel target?

1. - kelenjar endokrin
- pembuluh darah kapiler
- sel target
- Hormon
2. Berbeda dengan sel darah merah, hormon saat berada dalam pembuluh darah bergerak lebih bebas daripada sel darah merah. Kemudian hormon sendiri diproduksi oleh kelenjar endokrin. Untuk menangkap hormon, sel targetnya memiliki reseptor khusus.
3. Kelenjar endokrin akan menyekresikan hormon ke pembuluh darah kapiler dan disalurkan ke sel target dengan cara diikat dgn reseptor.
4. Seluruh komponen tersebut terlibat dalam mekanisme kerja hormon endokrin, dimulai dari kelenjar endokrin dan diakhiri dengan sel target. Jika salah satu komponen tidak ada, maka hormon tidak akan merangsang organ.

Gambar 4. 16 Contoh Jawaban LKPD Siswa Indikator 2

Jawaban *posttest* siswa sejalan dengan jawaban LKPD. Terlihat bahwa siswa masih belum memperhatikan hubungan prosesual yang terjadi antarkomponen. Misalnya pada LKPD, siswa belum menyebutkan dampak dari berikatannya hormon dengan reseptor. Hal tersebut bisa terjadi karena guru kurang memberikan penekanan mengenai hal tersebut saat pembelajaran.

Kurangnya kemampuan siswa dalam mengidentifikasi hubungan sederhana, dilihat pada nilai rata-rata yang masih jauh dari kata sempurna, bisa terjadi karena durasi penampilan *MERS*. Berdasarkan keterlaksanaan, *MERS* sudah disajikan sesuai dengan durasi perencanaan. Namun pada kenyataannya, untuk memaknai *MERS* secara mendalam dan melihat keterhubungannya, siswa memerlukan durasi yang lebih panjang. Kesulitan siswa dalam mengidentifikasi interaksi salah satunya dilatarbelakangi oleh kemampuan interpretasi yang lemah. Hal tersebut terlihat dari jawaban mereka pada LKPD. Pada saat pembelajaran, guru juga harus benar-benar membimbing mereka dalam merangkai kata untuk mengungkapkan konsep-konsep yang terkandung pada rangkaian representasi. Adanya banyak simbol dengan beragam bentuk dan warna serta tanda panah yang digunakan untuk menggambarkan rangkaian kerja komponen beserta dampaknya terhadap komponen lain membutuhkan kemampuan interpretasi yang baik untuk memahami konsep yang disampaikan pada masing-masing representasi.

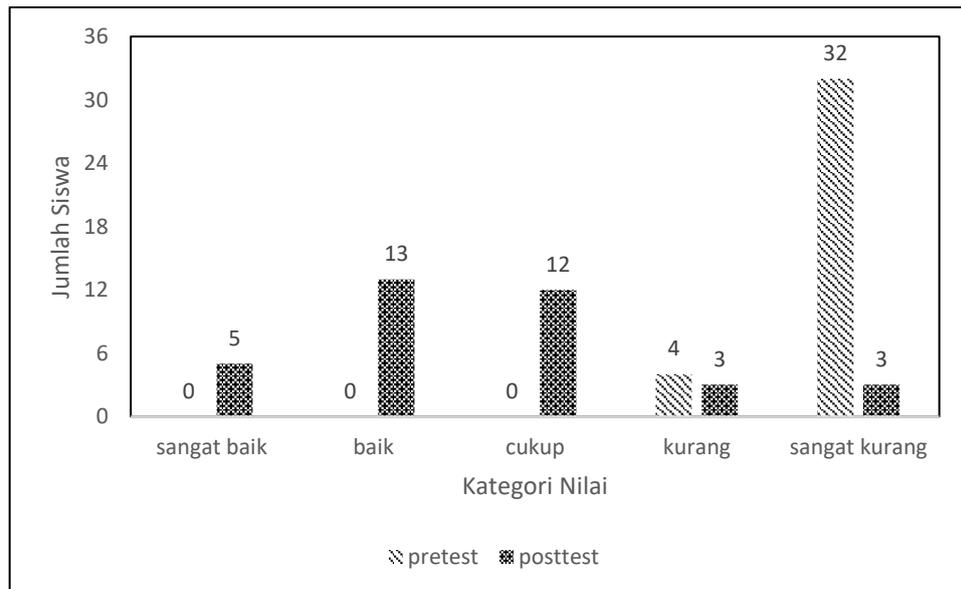
Pada *MERS* yang digunakan untuk melatih kemampuan mengidentifikasi hubungan sederhana juga terdapat video berbahasa Inggris yang mana berdasarkan hasil respons, beberapa siswa mengalami kesulitan untuk memahami isi video. Argudo-Serrano *et al.* (2024) menyatakan pentingnya kemampuan bahasa Inggris siswa ketika menggunakan video berbahasa asing (bahasa Inggris) dalam pembelajaran. Siswa yang belum fasih berbahasa Inggris akan sulit mengikuti konten dan dapat menghambat pemahaman daripada membantunya karena siswa harus fokus pada pemahaman bahasa untuk memahami isi video yang disampaikan. Dengan pertimbangan keterbatasan waktu, guru juga hanya memutar video

sebanyak dua kali. Oleh karena itu, disarankan untuk penelitian selanjutnya siswa diberikan kesempatan untuk berinteraksi langsung dengan *MERS* dengan durasi yang lebih panjang pada *MERS* yang dilengkapi video, sehingga mereka dapat melihat secara lebih detail konsep yang belum dipahami secara mandiri.

c. Menganalisis Hubungan Dinamis Antarkomponen Sistem

Indikator menganalisis hubungan dinamis menguji siswa untuk mengidentifikasi interaksi dinamis yang menyebabkan perubahan dalam sistem seiring waktu termasuk di dalamnya mekanisme umpan balik yang terlibat dalam sistem hormon reproduksi. Keterampilan dalam menganalisis hubungan dinamis didasarkan pada kemampuan siswa dalam mengenali komponen yang berinteraksi satu sama lain sebagai suatu kesatuan dalam sistem dan memahami bahwa perubahan yang terjadi pada satu bagian sistem dapat mempengaruhi bagian sistem yang lain (Assaraf *et al.*, 2013). Pada konteks materi sistem hormon reproduksi, kemampuan ini meliputi pemahaman siswa terkait hormon dan organ-organ yang terlibat, baik dalam pengaturan hormon ataupun pada kondisi tertentu, misalnya saat kehamilan dan menstruasi. Sistem yang terbentuk pada peristiwa tersebut dapat terjadi akibat adanya perubahan kadar hormon yang merupakan hasil kinerja sinergis antara hipotalamus dengan pituitari serta organ-organ reproduksi yang saling berinteraksi dalam bentuk stimulus ataupun penghambat.

Pada indikator ini, yaitu kemampuan siswa dalam mengidentifikasi hubungan dinamis yang terjadi antarkomponen dalam sistem, diujikan melalui 3 soal. Konsep yang diujikan adalah kemampuan siswa untuk mengidentifikasi hubungan umpan balik yang terjadi pada pengaturan hormon reproduksi laki-laki, kadar hormon kehamilan dan alasan terjadinya atau mengapa hal tersebut harus terjadi, serta kemampuan siswa dalam menghubungkan antara kadar prolaktin dengan estrogen beserta pengaruhnya berdasarkan umur kehamilan. Soal tersebut tersebar pada nomor 2, 13, dan 14.

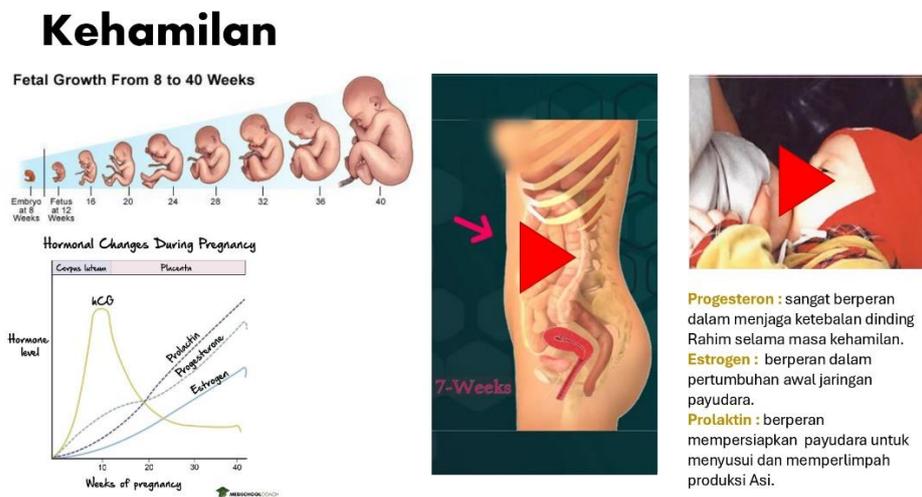


Gambar 4. 17 Komposisi Siswa per Kategori Nilai *Pretest* dan *Posttest* Indikator 3

Berdasarkan Gambar 4.17, terjadi perubahan sebaran siswa pada setiap kategori pada nilai *pretest* dengan *posttest*. Siswa dengan kategori nilai kurang dan sangat kurang pada *posttest* jumlahnya menurun dibandingkan dengan *pretest*, yaitu dari 100% menjadi 16.66%. Sedangkan pada tiga kategori teratas mengalami kenaikan dari 0% menjadi 83%. Perubahan juga dapat diamati dari rata-rata, yaitu dari 4.94 (sangat kurang) menjadi 57.41 (cukup) (Tabel 4.4). Berdasarkan N-Gain, peningkatan yang terjadi sebesar 0.55. Selain itu, indikator ini juga merupakan indikator dengan kenaikan nilai terbesar berdasarkan skor N-Gain. Dari data-data tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *MERs* ini membantu siswa dalam menganalisis hubungan dinamis yang terjadi antarkomponen sistem.

Dalam pembelajaran, kemampuan dalam mengidentifikasi hubungan dinamis dilatihkan salah satunya melalui *MERs* pada materi kehamilan. Guru juga bertindak sebagai pengarah agar siswa dapat mengintegrasikan informasi yang terkandung pada rangkaian representasi yang disajikan. Untuk melatih kemampuan ini, digunakan representasi berupa grafik yang menyajikan perubahan kadar hormon berdasarkan waktu dan video yang mengilustrasikan interaksi hormon dan dampaknya (Gambar 4.18). Kombinasi informasi pada representasi tersebut ditujukan untuk membangun pengetahuan siswa terkait konsep kedinamisan

komponen berdasarkan rentang waktu dan hubungan timbal balik yang terjadi akibat sifat kedinamisan tersebut.



Gambar 4. 18 *MERs* Hormon pada Masa Kehamilan untuk Indikator 3

Representasi berupa video skema interaksi akan menunjukkan hubungan spesifik dan umpan balik yang terjadi antara satu komponen dengan komponen lainnya secara berurutan yang ditunjukkan oleh tanda panah. Sedangkan grafik menggambarkan perubahan yang terjadi berdasarkan lini masanya. Perubahan yang terjadi akibat interaksi komponen-komponen juga akan tergambar secara lebih jelas melalui video. Assaraf *et al.* (2013) mengungkapkan bahwa sistem dinamis ini berasal dari komponen-komponen yang tidak terlihat, misalnya pada sistem tubuh adalah menjaga stabilitas tubuh didasarkan pada mekanisme umpan balik hormonal dan sistem saraf yang tidak terlihat dan oleh karena itu tetap abstrak bagi siswa. Penggunaan representasi visual dapat memberi gambaran proses yang abstrak menjadi lebih jelas. Berdasarkan hal tersebut, penggunaan representasi dapat dikatakan sebagai alasan meningkatnya keterampilan siswa dalam melihat hubungan dinamis dalam sistem. Kemudian, bentuk representasi untuk melatih berpikir sistem juga berulang. Hal ini bertujuan agar siswa familiar dengan jenis representasi dan cara mereka memaknai representasi yang ditampilkan serta membuat keterkaitan antarrepresentasi. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Wu &

Puntambekar (2012) yang mengungkapkan bahwa melibatkan siswa dalam tugas-tugas yang sama secara berulang merupakan langkah yang dapat mengembangkan kompetensi siswa dalam menggunakan representasi.

Pada saat pembelajaran, guru memandu siswa untuk memaknai representasi secara bertahap. Guru membimbing siswa menginterpretasikan grafik dan menanyakan beberapa hal seperti bagaimana kondisi hormon ibu selama masa kehamilan, hormon apa saja yang berperan berdasarkan grafik, dan ditanyakan apa yang terjadi pada akhir masa kehamilan. Awalnya hanya segelintir siswa yang menjawab pertanyaan guru. Oleh karena itu, setelah siswa bisa menjawabnya, barulah guru menanyakan alasan kadar hormon meningkat dan menurun dan siswa diarahkan untuk membaca representasi verbal dan menghubungkan antara kadar hormon dan fungsinya dengan kebutuhan untuk mempertahankan kehamilan. Guru memutarakan kedua video tersebut untuk menggambarkan interaksi yang lebih jelas antarhormon dan dampaknya pada kondisi ibu.

Pada LKPD juga disajikan pertanyaan yang mengarahkan pengetahuan siswa untuk menganalisis hubungan dinamis secara bertahap (Gambar 4.22). Siswa mulanya mengidentifikasi elemen yang terlibat, kemudian mengidentifikasi dinamika elemen berdasarkan rentang waktu, dan akhirnya adalah menganalisis kompleksitas dinamis dalam sistem dengan menghubungkan kondisi elemen dengan efek atau tujuannya. Namun, meskipun guru sudah membimbing siswa dalam menganalisis hubungan dinamis dan umpan balik, berdasarkan rata-rata nilai posttest siswa yang masih rendah, siswa nampaknya masih kesulitan dalam menganalisis hubungan dinamis antarkomponen sistem. Kesulitan siswa dapat terlihat dari jawaban posttest.

14. estrogen meningkat untuk pertumbuhan payudara / pangsangan payudara lalu turun setelah melahirkan
 prolaktin untuk terus meningkat hingga melahirkan untuk produksi ASI
 progesteron meningkat untuk menjaga ketebalan dinding rahim & menurun setelah melahirkan
 setelah kelahiran hanya prolaktin yg meningkat utk produksi ASI.

(3)

Gambar 4. 19 Jawaban Siswa A pada Indikator 3

14. Semakin bertambahnya masa kehamilan kadar hormon juga bertambah
disebabkan kebutuhan dalam masa kehamilan. ①

Gambar 4. 20 Jawaban Siswa B pada Indikator 3

14. Karena saat-saat tersebut estrogen sedang mengaktifkan payudara
untuk menguahi dan memproduksi ASI. Kedua hormon tersebut
berfungsi untuk membuat jalan lahir dengan lebar (tidak sempit)
begitu pun dengan ibu yang sedang hamil.

Gambar 4. 21 Jawaban Siswa C pada Indikator 3

Pada penelitian ini ditemukan tiga jenis jawaban siswa pada indikator kemampuan menganalisis hubungan dinamis antarkomponen sistem. Kelompok pertama adalah mereka yang sudah berhasil menampilkan hubungan dinamis dengan menyebutkan perubahan berdasarkan rentang waktu dan umpan baliknya, misalnya Siswa A (Gambar 4.19). Siswa menunjukkan bahwa pada rentang waktu tertentu terjadi perubahan kadar hormon dan mengungkapkan alasan sekaligus dampak dari terjadinya kedinamisan tersebut. Sedangkan pada kelompok lainnya yang digambarkan dari Siswa B dan C (Gambar 4.20 dan 4.21), jawaban belum menunjukkan kompleksitas dinamis secara utuh. Mereka hanya menunjukkan kesadaran akan dinamika elemen atau hanya menunjukkan hubungan yang terjadi antara elemen dengan elemen lain. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian Sweeney dan Stermann (2007) bahwa pemahaman siswa mengenai konsep kompleksitas dinamis masih lemah dan belum sepenuhnya menyadari akan dinamika, proses umpan balik, dan jangka waktu yang merupakan elemen kunci dari kompleksitas dinamis. Dalam menganalisis hubungan dinamis, siswa seharusnya mengungkapkan secara utuh mengenai kedinamisan elemen berdasarkan jangka waktu beserta proses umpan balik dari akumulasi sifat dinamis tersebut.

Perhatikan dengan saksama media yang ditampilkan pada slide PPT. Tuliskan interpretasi atau makna yang kamu pahami dari rangkaian media tersebut.

Setelah menginterpretasikan rangkaian media pada slide, jawablah pertanyaan di bawah ini.

Progesteron sendiri berperan dalam mengatur hipertensi darah rahim sebelum masa kelahiran. Estrogen berperan dalam pertumbuhan awal jaringan payudara. Prolaktin berperan mempersiapkan payudara untuk menyusui dan meningkatkan produksi.

As: Hormonal Perubahan hormon saat kelahiran

1. Hormon apa saja yang berperan pada masa kehamilan?
2. Bagaimana kondisi hormon-hormon tersebut pada masa kehamilan?
3. Apa fungsi progesteron pada masa kehamilan?
4. Apa fungsi estrogen pada masa kehamilan?
5. Apa fungsi prolaktin pada ibu hamil?
6. Setelah menjawab pertanyaan di atas, apakah tiap hormon tersebut saling berhubungan pada masa kehamilan?
7. Jadi, bagaimana hubungan hormon progesteron, estrogen, dan prolaktin pada masa kehamilan?

1. Hormon Progesteron
2. Hormon Estrogen
3. Hormon Prolaktin

4. Hormon Progesteron = mengatur hormon estrogen = mengatur hormon prolaktin = mengatur

5. Progesteron berfungsi menjaga ketebalan dinding rahim sebelum kelahiran
6. Estrogen berfungsi dalam pertumbuhan awal jaringan payudara
7. prolaktin berfungsi untuk mempersiapkan payudara untuk menyusui dan meningkatkan produksi ASI
8. Ada tiga hormon yang berhubungan pada masa kehamilan

7 →

7). Setelah kehamilan tubuh mengalami perubahan hormonal yang kompleks. Progesteron diproduksi oleh plasenta ovarium, membantu menjaga ketahanan dan sekresi, produksi pertumbuhan rahim dan mencegah kontraksi. Progesteron, estrogen juga diproduksi oleh plasenta dan ovarium, bertanggung jawab untuk pertumbuhan rahim dan payudara serta persiapan tubuh untuk melahirkan. Prolaktin diproduksi oleh kelenjar hipofisis anterior yang meningkat selama kehamilan untuk mempersiapkan kelenjar susu menyusui sebelum melahirkan. Keseimbangan antara ketiga hormon ini penting untuk memastikan kelahiran yang sehat.

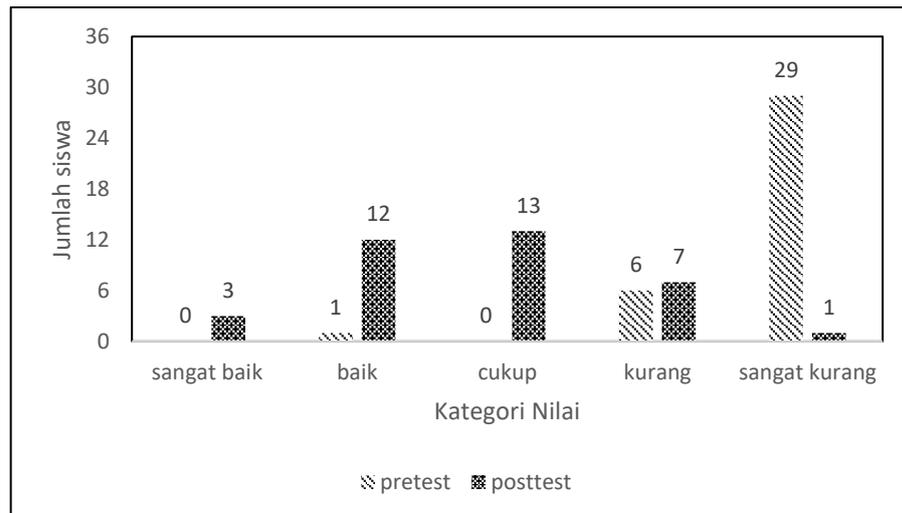
Gambar 4. 22 Contoh Jawaban LKPD Indikator 3

Dari jawaban LKPD, siswa belum tepat dalam menginterpretasikan grafik dan mengidentifikasi pola perubahan pada grafik yang menunjukkan kadar dinamis. Kemudian, pada kolom interpretasi, siswa belum menampilkan hubungan dinamis yang holistik dari *MERS* yang ditampilkan. Siswa cenderung terpaku pada representasi verbal yang tercantum pada *MERS*. Hal ini bisa menjadi faktor penyebab lemahnya kemampuan siswa untuk mengungkap hubungan dinamis secara holistik dari seluruh elemen yang terlibat berdasarkan waktu. Walaupun guru sudah mengarahkan bertahap mengenai interpretasi dari representasi, ternyata siswa masih sulit dalam mengungkapkannya ke dalam bentuk kata-kata. Hal tersebut diduga terjadi karena siswa belum terbiasa menggunakan *MERS* sebagai media yang membantu mereka memahami materi yang mana berdasarkan hasil wawancara dengan guru biologi didapatkan informasi bahwa siswa biasanya diajarkan hanya dengan satu representasi saja berbentuk gambar ataupun video.

Pada pembelajaran, guru tidak memberikan *feedback* dari jawaban akhir LKPD siswa yang menyebabkan kesalahan terulang pada saat *posttest*. Konold *et al.* (2004) mengungkapkan bahwa pemberian *feedback* dari guru dapat mendukung siswa menjadi pembelajar yang efektif dan efisien. *Feedback* guru yang efektif membantu siswa memahami mengapa jawaban mereka benar atau salah sehingga membantu mereka mengembangkan strategi yang tepat untuk meningkatkan kinerja dalam pembelajaran, mencegah siswa terus berlatih menjawab dengan jawaban yang salah, serta menyediakan kesempatan tambahan untuk meningkatkan pembelajaran. Untuk mengasah kemampuan siswa dalam menginterpretasikan dan menghubungkan konsep antarrepresentasi, siswa harus sering dilatihkan menggunakan beragam representasi dan menggali informasi yang terkandung di dalamnya.

d. Memahami Siklus Natural dari Sistem

Indikator memahami siklus natural dari sistem menguji pemahaman siswa dalam menganalisis siklus yang terjadi dalam sistem yang terdiri atas beberapa proses berulang yang melibatkan komponen-komponen sistem. Indikator ini bertujuan untuk mengetahui keterampilan siswa dalam memahami siklus natural yang terjadi pada sistem hormon reproduksi yang mencakup siklus yang terjadi pada pengaturan hormon reproduksi perempuan, siklus menstruasi berikut interaksi hormon yang terlibat pada setiap fasenya, dan mendeteksi siklus yang terjadi untuk menyeimbangkan kadar hormon reproduksi dalam tubuh dengan mengidentifikasi kelainan akibat terganggunya siklus. Soal untuk indikator ini tersebar pada nomor 5, 11, dan 15.

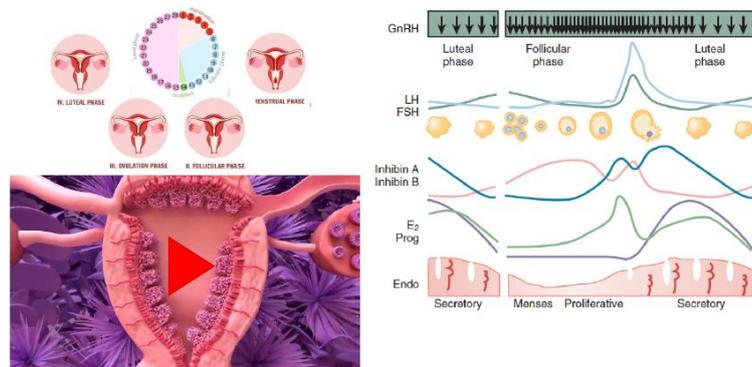


Gambar 4. 23 Komposisi Siswa per Kategori Nilai Pretest dan Posttest Indikator 4

Pada Gambar 4.23 terlihat bahwa terdapat perubahan sebaran siswa pada setiap kategori nilai *pretest posttest*. Siswa dengan perolehan nilai rata-rata *pretest* dengan *posttest* kategori kurang dan sangat kurang jumlahnya menurun dari 97.22% menjadi 22.22%. Sedangkan pada tiga kategori atas (sangat baik, baik, dan cukup) jumlahnya mengalami kenaikan dari 2.78% menjadi 77.78%. Ditinjau dari nilai rata-rata *pretest posttest* juga terdapat kenaikan, yaitu dari 9.46 (sangat kurang) menjadi 54.63 (cukup). Peningkatan rata-rata tersebut berada pada angka 0.50 dalam kategori sedang. Dari data tersebut, disimpulkan bahwa penggunaan *MERS* pada pembelajaran sistem hormon reproduksi dapat meningkatkan keterampilan siswa dalam memahami siklus yang terjadi dalam sistem.

Pada penelitian ini, keterampilan siswa dalam mengenali sebuah siklik salah satunya dilatihkan pada submateri siklus menstruasi yang memadukan antara representasi diagram lingkaran, gambar ilustrasi, perpaduan beberapa grafik, dan video mengenai siklus menstruasi. Tampilan *MERS* dapat dilihat pada Gambar 4.12.

Siklus Menstruasi



Gambar 4. 24 Contoh *MERs* pada Materi Siklus Menstruasi

Perpaduan tersebut memberi gambaran pada siswa mengenai siklus yang berarti sebuah proses yang mana di dalamnya terdapat interaksi dinamis yang terjadi secara berulang. Pada siklus menstruasi terdapat fase-fase yang membangun suatu sistem. Fase tersebut dibedakan ke dalam dua tempat, yaitu ovarium dan endometrium. Guru membimbing siswa dalam memaknai simbol-simbol yang ada pada representasi, misalnya berdasarkan diagram lingkaran, fase manakah yang terlama, kemudian apa makna kerapatan tanda panah pada bagian atas grafik. Guru juga menanyakan makna dari warna-warna pada grafik. Pada saat membahas kumpulan grafik siklus menstruasi, guru menekankan bahwa fase yang terjadi pada ovarium maupun endometrium bekerja secara bersamaan berdasarkan rentang waktu dan merupakan satu kesatuan. Peristiwa yang terjadi akan berlangsung secara berulang dan membentuk suatu siklus yang di dalamnya terlibat interaksi hormon yang dinamis dan saling mempengaruhi. Interaksi dinamis antarhormon mengakibatkan berjalannya siklus sesuai rentang waktu yang dapat diamati pada diagram lingkaran. Namun, siswa masih mengalami kesulitan dalam mengenali hubungan dinamis dan merangkainya menjadi suatu siklus yang koheren. Hal tersebut dapat dilihat dari jawaban *posttest* siswa.

1. GnRH pada Hipotalamus menstimulasi pembentukan LH & FSH pada pituitari yg akan menstimulasi ovarium untuk memproduksi ~~estrogen~~ estrogen & progesteron, setelah sudah cukup terproduksi, inhibisi akan menghambat produksi hormon ~~pada~~ ^{tersebut} pada pituitari, & GnRH pada Hipotalamus.
LH & FSH

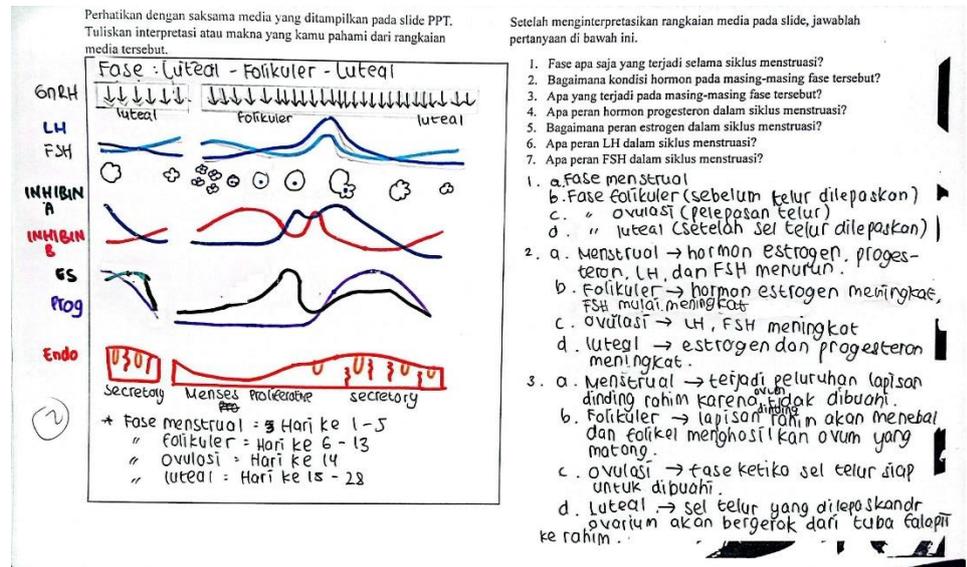
Gambar 4. 25 Contoh Jawaban Siswa A Indikator 4

- 11) • fase menstruasi: estrogen dan progesteron menurun lalu dinding rahim menjadi tipis
- fase proovulasi: estrogen meningkat
lalu dinding rahim mulai menebal
- fase ovulasi: LH dan FSH meningkat lalu dinding rahim menjadi tebal untuk memper-
-siapkan kehamilan
- fase pascaovulasi: progesteron dan estrogen mulai meningkat lagi

Gambar 4. 26 Contoh Jawaban Siswa B Indikator 4

Dua jawaban yang tercantum pada Gambar 4.13 dan Gambar 4.14 merupakan jawaban dari dua siswa pada soal yang berbeda untuk mengukur pemahaman mengenai siklus natural yang terjadi pada sistem. Jawaban siswa A merujuk pada soal mengenai siklus yang terbentuk pada pengaturan hormon reproduksi perempuan. Siswa sudah menyebutkan mengenai interaksi yang terjadi antarkomponen berupa kelenjar dan organ yang mempengaruhi produksi hormon estrogen dan progesteron yang menggambarkan perubahan akibat sifat dinamis pada interaksi tersebut. Sedangkan siswa B, pada jawaban yang merujuk pada pertanyaan mengenai siklus menstruasi, sudah menyebutkan proses yang terjadi akibat perubahan kadar hormon pada fase-fase siklus menstruasi, tetapi belum memaparkan interaksi dinamis yang terjadi dan keterhubungan antarhormon pada setiap fase tersebut. Kesamaan karakteristik jawaban dari kedua siswa tersebut adalah mereka masih belum menyebutkan ciri keberlanjutan proses dalam siklus. Hal tersebut sejalan dengan temuan Ben-Zvi Assaraf & Orion (2005) yang menyebutkan bahwa siswa kesulitan untuk mendeteksi sifat tersembunyi dalam siklus dan memahami bahwa dalam siklus tidak memiliki titik awal dan akhir. Kemudian peningkatan persepsi siklik siswa

selalu diikuti dengan peningkatan persepsi dinamis, artinya untuk menciptakan sebuah siklus, siswa harus menggabungkan berbagai proses dinamis ke dalam struktur siklus yang koheren.



Gambar 4. 27 Contoh Jawaban LKPD Indikator 4

Kurang maksimalnya siswa dalam memahami siklus diakibatkan karena beberapa alasan. Pertama, tidak ada pertanyaan LKPD yang menekankan kembali mengenai karakteristik siklus yang terjadi secara berulang. Berdasarkan jawaban LKPD terlihat juga bahwa siswa memang masih kesulitan dalam menguraikan siklus. Pada LKPD, siswa dilatihkan untuk menguraikan rangkaian peristiwa yang membentuk suatu siklus, misalnya pada submateri siklus menstruasi. Mulai dari komponen yang terlibat, kemudian menganalisis hubungannya, dan timbal balik yang terjadi dari kedinamisan komponen. Namun, belum ada pertanyaan yang menekankan lagi kepada siswa mengenai sifat siklik pada siklus. Kedua, pembelajaran mengenai siklus menstruasi yang dipelajari pada akhir jam pelajaran membuat siswa sudah lelah dengan materi yang disampaikan. Ketiga, kurangnya durasi dalam pembelajaran untuk mempelajari siklus menstruasi yang kompleks. Hal ini berdampak pada singkatnya waktu yang dimiliki siswa untuk mengamati representasi dan menjawab LKPD. Menurut Mayer (2001), durasi yang tidak memadai untuk mengolah informasi yang

ditampilkan dapat menyebabkan overload kognitif, yaitu siswa tidak mampu memproses dan mengintegrasikan informasi secara efektif. Hal tersebut juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Eilam dan Poyas (2010) yang menemukan bahwa waktu yang cukup untuk merenung dan memahami representasi visual adalah kunci untuk mengembangkan pemahaman yang mendalam mengenai konsep yang kompleks. Selain itu, durasi eksposur yang memadai terhadap representasi visual sangat penting untuk membangun model mental yang akurat, yang pada gilirannya meningkatkan kemampuan berpikir sistem (Hegarty *et al.*, 2014). Dengan demikian, kekurangan waktu dalam menyelesaikan LKPD setelah penayangan *MERs* tidak hanya menghambat pemahaman siswa tetapi juga peningkatan hasil pembelajaran secara keseluruhan.

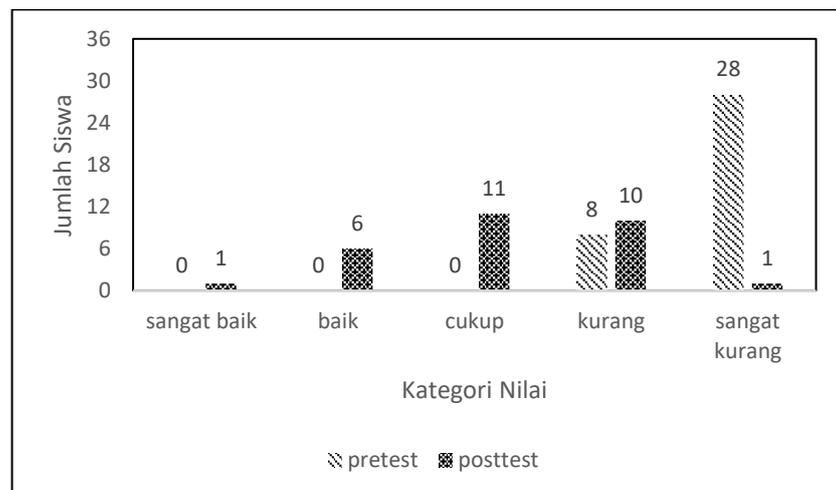
Keempat, pada saat melatih tentang siklus, guru lebih dominan dalam pembelajaran dan tidak semua siswa terlibat dalam proses tanya jawab di kelas. Meskipun siswa tetap terlibat dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan lisan dari guru, proporsi guru dalam menjelaskan lebih banyak dibanding siswa. Hal tersebut dilakukan karena pada *MERs* ini ada banyak hal yang perlu ditekankan pada siswa mengenai siklus menstruasi tetapi terbatas durasi pembelajaran. Saat pembelajaran, tidak banyak siswa yang terlibat proses tanya jawab, sehingga interaksi yang terjadi belum merata. Siswa juga mengungkapkan bahwa saat menjawab soal posttest, mereka lupa beberapa konsep siklus menstruasi yang membuat mereka tidak bisa menjawab secara rinci.

Kelima, nampaknya perpaduan beberapa grafik kadar hormon yang menunjukkan peristiwa simultan (Gambar 4.18) terasa kompleks bagi siswa. Elen dan Clark (2006) mengemukakan bahwa kompleksitas bergantung pada jumlah elemen yang berinteraksi, yaitu jumlah hubungan antarelemen yang harus diproses pada satu waktu. Oleh karena itu siswa membutuhkan durasi yang lebih intens untuk mengungkap semua makna dari *MERs* yang disajikan. Pada saat pembelajaran, siswa juga meminta guru untuk mengulang beberapa kali arahan serta kesimpulan yang diberikan karena mereka kesulitan mengelola informasi menjadi

serangkaian kalimat. Hal tersebut terlihat dari jawaban siswa pada kolom interpretasi LKPD. Mereka cenderung menggambarkan kembali grafik-grafik inti dari siklus menstruasi dan bukan menuliskannya menjadi kalimat-kalimat yang padu.

e. Membuat Generalisasi

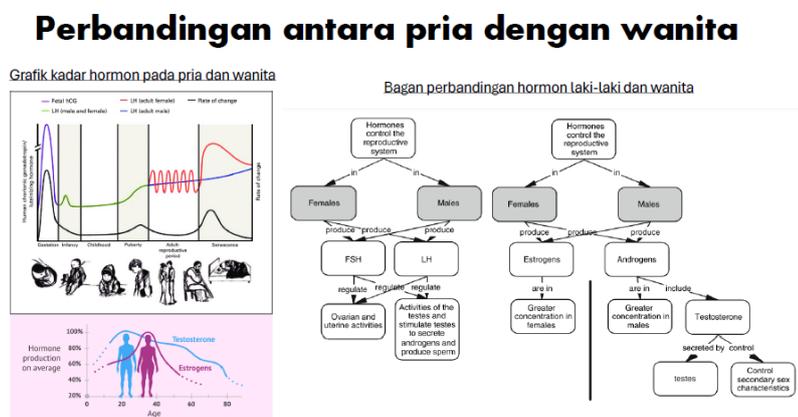
Indikator membuat generalisasi menguji keterampilan siswa dalam melihat persamaan berdasarkan pola yang terjadi dalam sistem dan kemudian menyimpulkan informasi yang kompleks tersebut menjadi satu bagian mengenai proses ataupun peran komponen dalam suatu sistem. Indikator ini mengukur kemampuan siswa untuk menyimpulkan hormon yang berperan pada laki-laki sekaligus perempuan dan menyampaikan alasannya, kemudian siswa diminta untuk menarik kesimpulan terkait pola interaksi hormon estrogen dan progesteron selama berjalannya siklus menstruasi, dan terakhir menyimpulkan mengenai cara kelenjar endokrin mengatur kadar hormon dalam tubuh.



Gambar 4. 28 Komposisi Siswa per Kategori Nilai Pretest dan Posttest Indikator 5

Berdasarkan Gambar 4.28 terlihat bahwa terjadi perubahan sebaran jumlah siswa pada setiap kategori nilai *pretest* dengan *posttest*. Setelah melakukan pembelajaran, pengetahuan siswa mengenai proses dan interaksi yang terjadi antar komponen yang terlibat dalam menciptakan sistem hormon reproduksi sudah meningkat dibanding ketika *pretest*. Pada hasil

posttest kategori kurang dan sangat kurang, proporsinya menurun dibanding *pretest* dari 100% menjadi 30.55%. Kemudian proporsi siswa pada nilai *posttest* meningkat dibanding *pretest* dari 0% menjadi 69.45%. Terdapat peningkatan hasil rata-rata sebesar 0.31 berdasarkan uji N-Gain. Maka dari itu, penggunaan *MERS* dapat meningkatkan keterampilan siswa dalam membuat generalisasi. Namun, dari grafik pada Gambar 4.18, banyak siswa yang masih mendapatkan nilai belum pada kategori baik. Indikator ini juga menempati posisi paling rendah pada perolehan nilai rata-ratanya dan dan besar peningkatannya yang mana menandakan bahwa sebagian besar siswa belum menguasai keterampilan untuk melihat persamaan dari pola-pola yang terjadi pada sistem. Temuan ini sejalan dengan penelitian Nursani (2014) dimana kemampuan mahasiswa dalam melakukan generalisasi atau menemukan persamaan suatu sistem dalam kaitannya dengan sistem lainnya dalam konteks fisiologi manusia berada pada capaian yang rendah yang salah satunya diakibatkan masih terbatasnya kemampuan mahasiswa dalam mengidentifikasi komponen sistem.



Gambar 4. 29 *MERS* pada Materi Perbandingan Hormon Reproduksi Perempuan dan Laki-Laki

Keterampilan membuat generalisasi ini salah satunya dilatihkan melalui perpaduan antara grafik dan bagan. Representasi yang ditampilkan berfungsi untuk menggambarkan irisan dan batasan antara sistem hormon reproduksi perempuan dengan laki-laki. Tampilan *MERS* dapat dilihat pada

Gambar 4.29. Pada *MERs* tersebut siswa membandingkan kadar hormon LH, FSH, estrogen, dan progesteron ditinjau dari umur. Kemudian bagan yang ditampilkan berfungsi untuk meluruskan pemahaman siswa mengenai hormon laki-laki (androgen) yang hanya ada pada laki-laki dan estrogen yang hanya ada pada perempuan. Melalui bagan tersebut dijelaskan bahwa hormon tersebut ada pada laki-laki maupun perempuan, tetapi yang berbeda hanyalah kadarnya yang akan menentukan pengaruhnya pada tubuh. Guru juga mengarahkan siswa untuk menyimpulkan bahwa hormon GnRH, FSH, dan LH perannya sangat penting bagi laki-laki maupun perempuan untuk menjalankan fungsi reproduksi. hal tersebut disambungkan juga dengan fenomena menopause dan andropause. Kemudian pada LKPD siswa dilatihkan untuk membuat kesimpulan-kesimpulan dari pola-pola interaksi hormon, misalnya adalah mengapa ciri sekunder yang ditunjukkan pada laki-laki levelnya berbeda dan bagaimana sistem endokrin mengatur sekresi hormon supaya kadarnya tetap seimbang.

④ GnRH, untuk merangsang pituitari menghasilkan FSH/LH
 - FSH/LH, untuk merangsang folikel dan lutein pada organ reproduksi

Gambar 4. 30 Contoh Jawaban Siswa Indikator 5

Berdasarkan sampel jawaban siswa pada Gambar 4.30, siswa sudah menyebutkan dengan tepat hormon yang berperang penting baik pada laki-laki maupun perempuan dalam sistem hormon reproduksi. Namun, siswa masih belum bisa merepresentasikan alasan yang menunjukkan keterhubungan antara pentingnya hormon tersebut pada laki-laki dan perempuan berdasarkan peran hormon tersebut dalam mengatur keseimbangan hormon dan fungsi reproduksi.

Berdasarkan Assaraf *et al.* (2013), kemampuan dalam membuat generalisasi berdasarkan pola termasuk dalam keterampilan berpikir sistem level c yang mana untuk menguasainya harus menguasai kemampuan level a dan c terlebih dahulu, yaitu sampai pada mengenal dan memahami

kedinamisan yang terjadi dalam sistem secara menyeluruh dan mengidentifikasi pola yang terjadi. Dengan begitu, kemampuan siswa yang belum mencapai dapat menganalisis dan memahami siklus yang terjadi dalam sistem akan menghambat siswa dalam mengenali pola. Hal tersebut penting karena pola tingkat sistem dapat muncul melalui aktivitas yang terorganisir secara mandiri dari banyak elemen yang saling berinteraksi (Sweeney & Sterman, 2007). Pola sistem sering kali dapat ditemukan dalam domain yang beragam, dan akan berguna untuk mendeskripsikan sistem dalam istilah yang cukup umum sehingga kesamaan yang ada dapat terungkap (Goldstone & Wilensky, 2008).

Mengacu pada sudah terbuktinya kemampuan dalam membuat generalisasi yang sulit bagi siswa, seharusnya kemampuan ini dilatihkan melalui beberapa *MERs* untuk memaksimalkan pemahaman siswa. Hal tersebut menunjukkan kekurangan dalam penelitian yang membuat masih rendahnya kemampuan ini. Selain hanya dilatihkan melalui satu *MERs*, pertanyaan LKPD juga belum cukup detail untuk mengarahkan siswa membuat generalisasi. Kekurangan ini terjadi karena terbatasnya durasi untuk menampilkan materi yang lebih dalam. Kemudian siswa juga belum terbiasa dalam menggunakan *MERs* dan menghubungkan konsep-konsep dan merumuskan pola yang terkandung pada representasi yang disajikan.

4.3 Respons Peserta Didik dan Guru terhadap Penggunaan *Multiple External Representations* untuk Keterampilan Berpikir Sistem

Selain melalui perubahan tingkat keterampilan berpikir sistem peserta didik, keberhasilan penerapan *MERs* juga diukur melalui respons yang diberikan terutama oleh siswa sebagai responden penelitian dan guru. Respons merupakan suatu perbuatan, sikap, atau tanggapan yang diberikan sebagai hasil akhir dari adanya rangsangan atau perlakuan (Maharani & Widhiasih, 2016). Respons siswa dihimpun menggunakan kuesioner sebagai data pelengkap penelitian.

Kuesioner sebagai instrumen untuk menampung respons siswa ini berbentuk pernyataan berjumlah 25 butir. Siswa juga memberikan kesan dan pesan secara tertulis terkait rangkaian pembelajaran yang telah mereka lalui. Kuesioner diberikan dalam bentuk fisik dan diisi siswa secara langsung dalam waktu 15 menit.

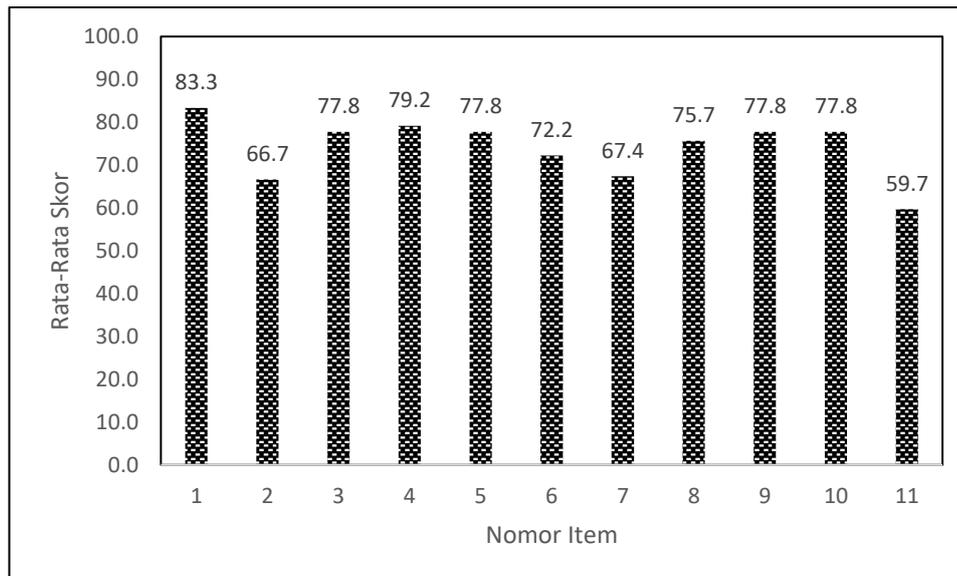
Data terkait respons siswa diambil setelah siswa menyelesaikan *posttest* pada pertemuan terakhir pembelajaran. Secara rinci, hasil kuesioner siswa tercantum pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 4 Hasil Kuesioner Respons Hubungan Penggunaan *MERs* dengan Keterampilan Berpikir Sistem

Indikator	Jumlah item	Rata-Rata Skor Kuesioner (%)	Kategori
1. Tampilan <i>MERs</i> selama pembelajaran	11	74.12	Baik
2. Hubungan antara <i>MERs</i> dengan keterampilan berpikir sistem	11	80.42	Baik
3. Performa peneliti dalam menginstruksikan <i>MERs</i> di kelas.	3	83.10	Baik Sekali
Rata-rata total	25	79.22	Baik

Terdapat tiga aspek utama yang dinilai melalui kuesioner, yaitu kejelasan dan tampilan *MERs* selama pembelajaran sistem hormon reproduksi yang terdiri atas 11 pernyataan, keberhasilan *MERs* dalam membantu mendukung keterampilan berpikir sistem siswa mengenai pemahamannya dalam materi yang terdiri atas 11 pernyataan, serta performa peneliti dalam menginstruksikan atau mengarahkan siswa dalam mengamati *MERs* sebagai media pembelajaran dalam kelas yang terdiri atas tiga pernyataan.

Berdasarkan hasil rata-rata kuesioner keseluruhan pada, respons siswa terhadap pembelajaran menggunakan *MERs* tergolong positif, yaitu sebesar 79.22%. Pada indikator pertama diperoleh nilai rata-rata 74.12%, yaitu indikator mengenai kejelasan tampilan *MERs* di kelas. Indikator ini terdiri atas pernyataan kejelasan siswa dalam mendengar suara dalam video, melihat ilustrasi, serta mengamati bagian-bagian pada skema, garis pada grafik, dan diagram. Lalu kecukupan durasi penampilan video dan gambar, pemahaman siswa terkait video, tanggapan mengenai penggunaan bahasa inggris pada video, kemampuan siswa menginterpretasi atau memahami media, dan kenyamanan siswa mengenai penggunaan lebih dari satu media dalam pembelajaran.

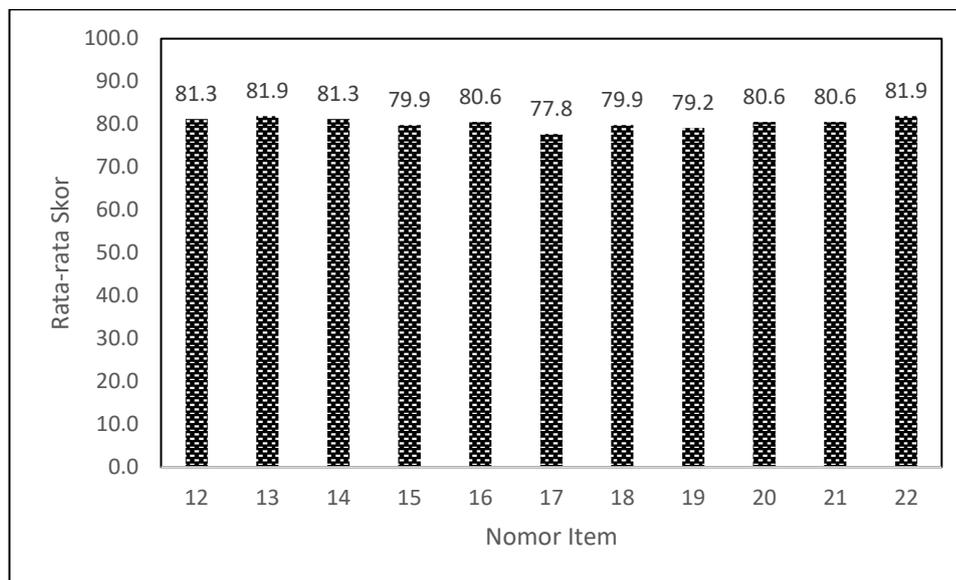


Gambar 4. 31 Rata-rata Skor Kuesioner Indikator 1

Berdasarkan hasil jawaban kuesioner (Lampiran B.2) dengan nomor item 1 sampai 11, dapat ditarik kesimpulan mengenai respons siswa terhadap tampilan *MERs* di kelas pada materi sistem hormon reproduksi. Semua media yang ditampilkan, baik berbentuk ilustrasi, video, diagram, maupun grafik dapat teramati dengan baik oleh siswa. Namun, suara dalam video menurut beberapa siswa masih kurang terdengar. Hal tersebut karena adanya keterbatasan fasilitas penguat suara untuk memaksimalkan tampilan video, sehingga penguat suara yang digunakan hanya yang berkualitas standar. Kelas yang lumayan luas membuat suara menjadi kurang begitu terdengar bagi siswa yang berada jauh dari sumber suara. Pada pelaksanaannya, peneliti mengambil sikap dengan memutar video lebih dari satu kali dengan letak penguat suara berpindah. Selain itu, penggunaan video berbahasa Inggris untuk sebagian besar siswa dianggap tidak masalah dan mereka masih bisa mengerti isi video dengan baik.

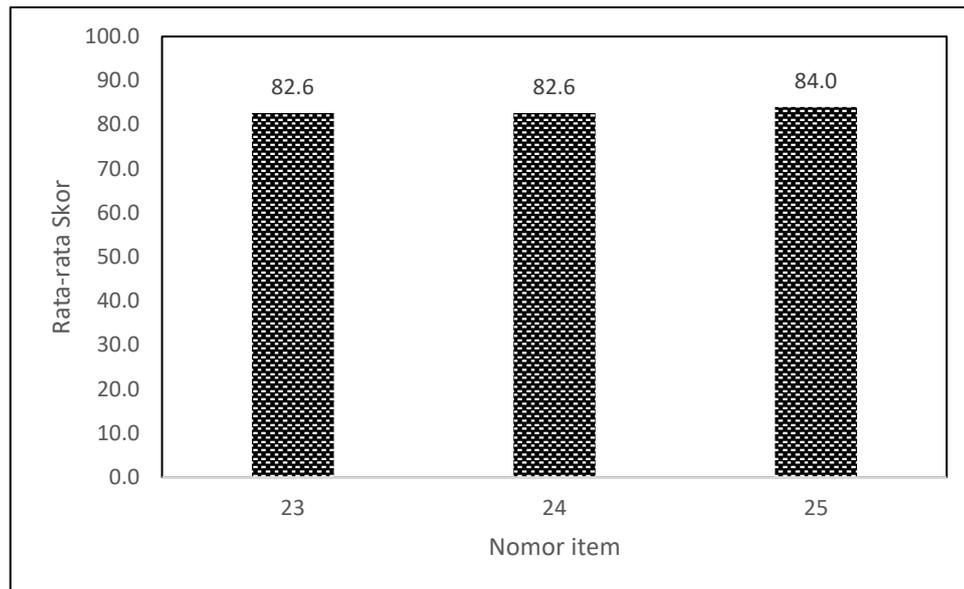
Kemudian indikator atau aspek penilaian selanjutnya adalah mengenai tanggapan siswa terhadap penggunaan *MERs* untuk meningkatkan pemahaman mereka dalam materi yang melibatkan berpikir sistem. Pada indikator ini ditanyakan respons siswa terhadap berbagai kombinasi *MERs* yang dihubungkan dengan kebermanfaatannya dalam membantu siswa untuk mengidentifikasi komponen dan proses dalam sistem, interaksi sederhana yang terjadi antarkomponen tersebut, hubungan dinamis yang terjadi pada sistem yang

ditunjukkan dengan adanya perubahan berdasarkan waktu, dan menunjukkan siklus natural yang terjadi dalam sistem hormon reproduksi manusia.



Gambar 4. 32 Rata-rata Skor Kuesioner Indikator 2

Berdasarkan respons siswa, diperoleh rata-rata skor 80.43 termasuk dalam kategori baik. Indikator ini diuraikan dalam 11 pernyataan (nomor item 12 sampai 22). Penggunaan *MERs* selama pembelajaran mendapatkan respons yang baik dari siswa. Sebagian besar siswa merasa terbantu dengan *MERs* untuk menguasai keterampilan berpikir sistem pada materi sistem hormon reproduksi. setiap item mendapatkan rata-rata skor hampir seimbang. Skor terbesar (81.9%) terdapat pada *MERs* dengan perpaduan gambar ilustrasi, gambar asli, dan teks yang dikatakan membantu siswa dalam memahami dampak ketidakseimbangan hormon dalam tubuh. Dan skor terendah (77.8%) ada pada perpaduan diagram lingkaran, gambar ilustrasi, beberapa grafik, dan video yang membantu siswa dalam menyimpulkan peran hormon reproduksi dalam terjadinya siklus menstruasi. Namun, karena semua respons menunjukkan angka di atas 70%, perpaduan representasi yang digunakan pada keseluruhan *MERs* disimpulkan mendapat respons yang baik dari siswa dan membantu mereka dalam pembelajaran.



Gambar 4. 33 Rata-rata Skor Kuesioner Indikator 2

Selanjutnya pada aspek penilaian yang terakhir, yaitu terkait performa guru dalam mengarahkan siswa. Aspek ini diuraikan dalam tiga pernyataan, yaitu suara guru yang dapat terdengar menyarankan dengan baik, kejelasan instruksi yang diberikan oleh guru, serta keberhasilan guru dalam mengarahkan siswa dalam menginterpretasikan representasi yang ditampilkan. Pada aspek ini, respons siswa juga tergolong baik dengan hasil penilaian di atas 80% pada semua nomor item yang mengartikan peran guru sudah cukup dalam mengarahkan dan membimbing siswa dalam menginterpretasikan dan menyelesaikan pertanyaan berpikir sistem dalam materi sistem hormon reproduksi.

Selain mengisi kuesioner, siswa juga menuliskan kesan yang mereka rasakan selama pembelajaran. Terdapat kesan positif dan negatif yang disampaikan oleh siswa terhadap pembelajaran, *MERs* yang digunakan, ataupun cara guru mengajar. Sebagian siswa dapat menikmati pembelajaran. Siswa merasa pembelajaran dengan *MERs* seru dan menyenangkan, serta dapat menikmati pembelajaran di kelas. Siswa mengaku menjadi tahu lebih banyak dan memahami materi mengenai sistem reproduksi dan hormon yang terlibat di dalamnya. Materi yang disampaikan juga mendalam dan dapat dimengerti oleh siswa. Siswa juga merasa terbantu dengan adanya pembelajaran menggunakan *MERs* yang dapat dirasakan dengan bisa mengerjakan soal *posttest* dengan lebih baik dibandingkan ketika *pretest*. Namun, pembelajaran yang monoton membuat siswa merasa bosan.

Pada penelitian ini, pembelajaran memang difokuskan pada penggunaan *MERs* yang ditampilkan dalam bentuk PPT. Tidak ada kesan negatif yang diberikan terhadap PPT yang digunakan, tetapi karena tidak adanya perpaduan antara *MERs* dengan metode pembelajaran lain membuat siswa penat saat pembelajaran. Materi sistem hormon reproduksi ini juga dianggap sebagai materi yang rumit dan kompleks karena mengandung banyak konsep. Siswa merasa pusing dan kesulitan untuk mengingat materi yang begitu banyak. Kemudian siswa mengungkapkan bahwa durasi pembelajaran dan pengerjaan LKPD terlalu singkat. Siswa juga suka merasa malas menulis dan lelah untuk mengisi LKPD yang diberikan, walaupun mereka tetap mengerjakannya.

Terdapat beberapa saran yang diungkapkan oleh siswa agar tercipta lingkungan belajar yang lebih baik. Siswa masih cenderung menyukai metode ceramah dan berharap guru lebih banyak lagi menjelaskan dan tidak terlalu terpaku pada PPT yang ditampilkan. Kemudian ada juga siswa yang menyarankan untuk memperbanyak video serta teks dalam PPT yang ditampilkan. Penyampaian guru pada saat menjelaskan materi dirasa terlalu cepat oleh siswa dan dapat menjelaskan dengan lebih detail terkait materi yang sedang diajarkan. Penggunaan beberapa representasi berbahasa Inggris juga dirasa sulit bagi sebagian kecil siswa, sehingga kalimat atau istilah yang tercantum harus dijelaskan untuk bisa dipahami oleh siswa.

Dalam penelitian ini, tidak hanya siswa, guru juga dimintai tanggapannya terhadap *MERs*. Data diambil melalui wawancara yang dilakukan setelah semua rangkaian pembelajaran selesai. Wawancara ini bertujuan untuk mengetahui tanggapan guru terhadap *MERs*, kendala dan dukungan peralatan terkait penerapan *MERs*, serta saran terkait penerapan *MERs* pada pembelajaran di sekolah. Wawancara dilakukan kepada seorang guru biologi kelas XI. Secara umum, penggunaan *MERs* pada pembelajaran biologi materi sistem hormon reproduksi ini mendapatkan respons yang positif.

Guru berpendapat bahwa penggunaan *MERs* dalam pembelajaran di kelas merupakan suatu hal yang baru. Dibandingkan dengan media yang biasa digunakan oleh guru, *MERs* dianggap lebih representatif dengan adanya penggabungan beberapa representasi, terutama adanya video yang lebih dapat memberi gambaran

kepada siswa mengenai terjadinya suatu proses atau mekanisme yang pada kondisi nyatanya sulit untuk diamati. Siswa juga dianggap akan lebih mudah memahami hubungan yang terjadi pada proses dan organ yang terlibat pada suatu sistem dengan adanya grafik, skema, dan diagram yang disandingkan dengan video.

Mengenai penerapan *MERs* di sekolah, guru juga sangat mendukung dengan beberapa saran. Saran yang diberikan berfokus pada penggunaan metode pembelajaran yang bervariasi supaya siswa tidak bosan dengan pembelajaran di kelas. Guru menyarankan untuk memperbanyak diskusi di kelas dengan memunculkan fenomena-fenomena nyata terkait materi yang diajarkan. Media pembelajaran juga dapat diberikan kepada siswa sebelum kelas dimulai dan diharapkan siswa mempelajari materi tersebut agar diskusi dapat berjalan dan siswa dapat menjawab fenomena berdasarkan teori. Kemudian penggunaan *MERs* ini menuntut guru untuk memperhatikan alokasi waktu. Banyaknya representasi yang digunakan akan lebih memadatkan konsep yang harus diajarkan sehingga durasi pada setiap *MERs* harus diperkirakan dengan baik. Guru juga harus mengetahui konsep esensial yang mau disampaikan dari *MERs* tersebut.

Dari segi dukungan peralatan sekolah, guru juga mengungkapkan *MERs* cukup dapat diterapkan di kelas. Namun, tetap ada keterbatasan sokongan alat di sekolah. Untuk menggunakan *MERs* diperlukan setidaknya dua alat pendukung, yaitu proyektor yang berfungsi untuk memproyeksikan slide dan pengeras suara untuk memaksimalkan besar volume pada representasi berupa video agar dapat tersimak oleh seluruh siswa di kelas. Khususnya pada sekolah tempat penelitian ini dilaksanakan, proyektor sudah tersedia pada setiap kelas. Setiap proyektor tersebut juga dapat berfungsi dengan baik. Namun untuk pengeras suara, sekolah hanya memiliki beberapa unit yang menyebabkan guru disarankan membawa pengeras suara pribadi ketika membutuhkannya.

Berdasarkan respons guru dari hasil wawancara dan siswa dari jawaban kuesioner dapat disimpulkan bahwa penggunaan *MERs* di kelas dapat diterima dengan baik. *MERs* dapat membantu siswa dalam mendorong pemahaman terkait sistem hormon reproduksi melalui penyajian kombinasi representasi. Beberapa saran diberikan oleh siswa dan guru untuk menyempurnakan pengaplikasian *MERs* dalam pembelajaran di kelas. Saran tersebut berupa pengintegrasian *MERs* dengan

metode pembelajaran, alokasi waktu yang lebih panjang, serta penambahan teks dan video untuk lebih memudahkan siswa dalam memahami konsep-konsep kompleks yang diajarkan.