

Menjadi Scientis dalam Pembelajaran Genetika melalui Implementasi Didactical Desain Research Berbasis Pengetahuan Metakognitif

Elya Nusantari¹, Safriani Tayib², Aryati Abdul²

¹ Prodi Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Gorontalo

² Guru Biologi Madrasah Aliyah Negeri I Kota Gorontalo

Email: elya.nusantari09@yahoo.co.id

Abstrak

Pembelajaran penemuan konsep Biologi di sekolah banyak mengalami masalah khususnya pada konsep Genetika. Hal ini disebabkan urutan konsep yang harus dipelajari siswa tidak ditata dengan baik. Hubungan di antara konsep tidak diperhatikan. Guru adalah scientis yang dapat melakukan inquiry mengajar dengan mengimplementasikan kerangka berpikir Didactical Desain Research untuk berpikir sistematis. Dengan mengembangkan instrument berpikir Metakognitif siswa dapat memahami konsep genetika. Oleh sebab itu peranan guru penting dalam menyajikan pembelajaran yang sistematis sesuai kebutuhan siswa, bukan mengajar sebanyak mungkin konsep kepada siswa tanpa makna.

Kata Kunci:

Genetika,
Didactical
Desain
Research,
metakognitif.

PENDAHULUAN

Salah satu indikator rendahnya mutu pendidikan diukur dari capaian hasil ujian nasional NUN siswa di sekolah. Data nilai NUN pada mata pelajaran Biologi di SMA di Gorontalo masih rendah. Penelitian oleh Abdul A. Hasan, A., Rahman dkk (2012) mengungkapkan salah satu penyebab rendahnya nilai NUN SMA adalah rendahnya nilai yang diperoleh siswa pada konsep genetika. Lebih lanjut terungkap faktor penyebab kesulitan memahami konsep genetika pada siswa terkait dengan kurangnya sarana prasarana pendukung laboratorium sehingga praktikum genetika tidak terlaksana, keterbatasan buku penunjang, dan kesulitan guru mentransfer ilmu genetika.

Hal ini diteliti lebih lanjut oleh Nusantari (2012) menemukan siswa sulit memahami genetika pada konsep DNA dan RNA, hukum Mendel, pembelahan meiosis, pola pewarisan sifat Mendel. Kesulitan memahami konsep ini menyebabkan banyak terjadi miskonsepsi. Alfiyah, Nusantari dan Abdul (2013) mendiagnosis kesulitan siswa mengerjakan soal pewarisan sifat. Penelitian menunjukkan bahwa banyak siswa salah dalam menentukan parental, salah menentukan genotip dan fenotip, salah saat membuat persilangan, salah saat menentukan turunan F1 maupun F2, salah saat membuat bagan papan catur dan salah dalam menentukan pola pewarisan sifat.

Pembelajaran genetika selama ini dilaksanakan hanya berorientasi behaviourisme yakni siswa dilatih memecahkan soal-soal genetika. Contohnya pada konsep pewarisan sifat. Siswa mengikuti langkah-langkah penyelesaian secara teknis yang dicontohkan oleh guru. Penjelasan detail tentang mengapa parental dilambangkan dengan genotip yang terdiri dari dua huruf yang

Diterima:

10 September 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

30 Desember 2018

terkait dgn kerja gen sealel, bagaimana proses terbentuknya gamet sehingga kandungan genetiknya bervariasi, kapan hukum Mendel I dan II terjadi, apa akibat hukum Mendel II terhadap variasi kombinasi gen pada pembentukan gamet. Penjelasan terkait konsep-konsep Mendel seharusnya dikaitkan dengan proses pembelahan sel meiosis. Sehingga penjelasannya menjadi komprehensif dan tidak terpisah-pisah. Konsep-konsep ini harus dipahami terlebih dahulu sebelum siswa memecahkan masalah pewarisan sifat. Namun banyak rangkaian konsep diabaikan dan latihan memecahkan masalah hanya diutamakan pada hasil akhir saja. Akibatnya ada benang yang putus diantara konsep-konsep. Sehingga siswa tidak memperoleh pembelajaran genetika yang bermakna. Siswa tidak mengkonstruksi konsep secara sistematis.

Maka penting bagi guru untuk berpikir seperti seorang scientis yang selalu berinquiry dalam pembelajaran untuk menemukan pola yang tepat dalam membelajarkan siswa atau anak didiknya. Guru selalu memikirkan bagaimana proses berpikir sistematis agar siswa dapat memahami konsep genetika. Inilah yang disebut sebagai kemandirian berpikir (Suryadi, 2014). Guru tidak hanya mentransfer ilmu dengan percaya dari buku sumber saja, tetapi juga mengolah informasi dari teksbook terpercaya lainnya. Dan menerima perbedaan cara pandang serta mendiskusikan dengan sesama guru. Saatnya guru berpikir untuk merencanakan pembelajaran, melaksanakan pembelajaran dan merefleksikan hasil pembelajarannya. Kesadaran berpikir guru ini membangkitkan kesadaran bahwa guru juga bisa menjadi peneliti dalam pembelajarannya. Tulisan ini berdasarkan gagasan dan hasil penelitian yang mengemukakan bagaimana guru bisa menjadi seorang scientis yang berhasil membawa siswanya dalam situasi didaktis untuk bisa memahami suatu konsep.

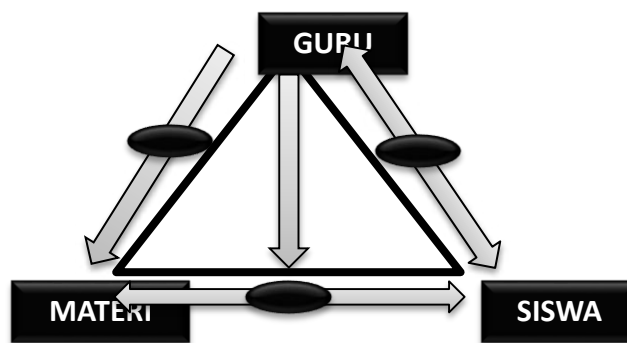
Kerangka Berpikir Didactical Desain Research

Kerangka berpikir Didactical Desain Research merupakan gagasan yang dikemukakan oleh guru besar bidang pendidikan matematika UPI yakni Prof Didi Suryadi M.Pd. Beliau menyatakan bahwa pada saat guru atau dosen menciptakan sebuah situasi didaktis, terdapat tiga kemungkinan yang bisa terjadi terkait respon atas situasi tersebut yaitu seluruhnya sesuai prediksi, sebagian sesuai prediksi, atau tidak ada satupun yang sesuai prediksi. Situasi seperti ini tentu menjadi tantangan bagi guru untuk mampu mengidentifikasi setiap kemungkinan yang terjadi, menganalisis situasi tersebut, serta mengambil tindakan secara cepat dan tepat. Tindakan yang diambil guru atau dosen setelah melakukan analisis secara cepat terhadap berbagai respon yang muncul, bisa bersifat didaktis maupun pedagogis. (Suryadi, 2009). Dalam kenyataannya, yang menjadi sasaran tindakan tersebut juga bisa bervariasi tergantung hasil analisis guru yaitu bisa kepada individu, kelompok, atau kelas. Akibat dari tindakan yang dilakukan tersebut tentu akan menciptakan situasi baru yang sangat tergantung pada jenis tindakan serta sasaran yang dipilih.

Pada saat suatu situasi didaktis dan atau pedagogis terjadi, maka pada saat yang sama guru akan berpikir tentang respon siswa yang mungkin beragam, keterkaitan respon dengan prediksi serta antisipasinya, dan tindakan apa yang akan diambil setelah sebelumnya melakukan identifikasi serta analisis yang cermat. Dengan demikian, selama proses pembelajaran berjalan guru akan senantiasa berpikir tentang keterkaitan antara tiga hal yaitu antisipasi didaktis-pedagogis, hubungan didaktis, dan hubungan pedagogis.

Hubungan Guru-Siswa-Materi ini sebelumnya digambarkan oleh Kansanen (2003) sebagai sebuah Segitiga Didaktik yang menggambarkan hubungan didaktis (HD) antara siswa dan materi, serta hubungan pedagogis (HP) antara guru dan siswa. Ilustrasi segitiga didaktik dari

Kansanen tersebut belum memuat hubungan guru-materi dalam konteks pembelajaran. Suryadi (2008) menambahkan hubungan didaktis dan pedagogis tidak bisa dipandang secara parsial melainkan perlu dipahami secara utuh karena pada kenyataannya kedua hubungan tersebut dapat terjadi secara bersamaan. Dengan demikian, seorang guru pada saat merancang sebuah situasi didaktis, sekaligus juga perlu memikirkan prediksi respons siswa atas situasi tersebut serta antisipasinya sehingga tercipta situasi didaktis baru. Antisipasi tersebut tidak hanya menyangkut hubungan siswa-materi, akan tetapi juga hubungan guru-siswa baik secara individu maupun kelompok atau kelas. Atas dasar hal tersebut, maka pada segitiga didaktis Kansanen perlu ditambahkan suatu hubungan antisipatif guru-materi yang selanjutnya bisa disebut sebagai Antisipasi Didaktis dan Pedagogis (ADP) sebagaimana diilustrasikan pada gambar segitiga didaktis Kansanen yang dimodifikasi berikut ini .



Gambar 3. Segitiga Didaktis yang Dimodifikasi
(Sumber: Suryadi, 2008)

Peran guru yang paling utama dalam konteks segitiga didaktis ini adalah menciptakan suatu situasi didaktis (*didactical situation*) sehingga terjadi proses belajar dalam diri siswa. Ini berarti bahwa seorang guru selain perlu menguasai materi ajar, juga perlu memiliki pengetahuan lain yang terkait dengan siswa serta mampu menciptakan situasi didaktis yang dapat mendorong proses belajar secara optimal. Dengan kata lain, seorang guru perlu memiliki kemampuan untuk menciptakan relasi didaktis (*didactical relation*) antara siswa dan materi ajar sehingga tercipta suatu situasi didaktis ideal bagi siswa. Apabila guru belum berhasil menciptakan situasi didaktis ideal bagi siswa maka akan terjadi kesulitan belajar siswa.

Dengan demikian sangat penting mempersiapkan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan bahan ajar yang dapat mendorong siswa agar belajar secara optimal. (Suryadi, 2010) Selanjutnya, dalam melaksanakan pembelajaran penting bagi guru untuk menciptakan situasi didaktis yang ideal bagi proses berpikir siswa agar siswa tidak mengalami kesulitan belajar. Demikian pula setelah dilaksanakan pembelajaran guru juga melakukan refleksi terkait kendala yang muncul saat pembelajaran dan upaya untuk meningkatkana keberhasilan pembelajaran. Mengacu pada antisipasi didaktik, hendaknya guru mempersiapkan rencana pembelajaran yang mempertimbangkan aksi atau respon siswa saat pembelajaran dilakukan. Maka guru perlu mendesain pembelajaran tahap demi tahap secara sistematis sesuai pikiran guru. Pikiran guru ini diharapkan dapat diterima dengan benar sesuai pikiran siswa. Apabila tidak bisa diterima oleh siswa maka terjadilah apa yang disebut a-didaktis.

PEMBAHASAN

Aplikasi Kerangka Berpikir DDR untuk Menyajikan Konsep Pewarisan Sifat

Sehubungan dengan masalah kesulitan belajar yang dialami siswa pada konsep genetika, maka penulis telah menggunakan kerangka berpikir DDR Suryadi ini untuk mempersiapkan rencana pembelajaran. Sebelum disusun kerangka pikir DDR, penelitian awal dilakukan oleh Alfiyah, Nusantari, Abdul (2013) terkait bagaimana kemampuan siswa dalam mengerjakan soal UAN pada konsep pewarisan sifat. Ternyata diperoleh nilai yang rendah. Prosentasi rata-rata siswa yang mampu menjawab benar adalah 17,3 %. Apakah yang menyebabkan siswa tidak mampu menjawab soal pewarisan sifat. Lebih lanjut hasil penelitian menunjukkan bahwa kesulitan tersebut disebabkan siswa hanya menghafal soal tanpa memahami konsep pewarisan sifat. Hasil diagnosis kesulitan mengerjakan soal menunjukkan bahwa siswa tidak bisa menuliskan genotip parental, sulit menentukan gamet, tidak bisa menjelaskan mengapa gamet yang terbentuk demikian, tidak bisa menentukan gamet pada persilangan monohybrid, dihibrid apalagi trihibrid, tidak bisa membuat bagan persilangan pada papan catur.

Maka sebagai guru kita harus memikirkan konsep apa saja yang harus diberikan kepada siswa agar siswa bisa memahami konsep pewarisan sifat dengan benar. Guru jangan berpikir sebanyak apa materi yang akan saya berikan kepada siswa, tetapi guru hendaknya menyajikan konsep yang perlu dibekali kepada siswa agar siswa dapat memahami konsep tertentu.. Maka disusunlah desain pembelajaran yang mengacu pada pemikiran DDR bahwa guru hendaknya memikirkan situasi didaktik dalam pembelajaran dan bisa membayangkan dengan situasi yang ada bagaimana respon siswa, apakah sesuai didaktik atau tidak sesuai didaktik (a-didaktik).. Maka kita mulai memetakan susunan materi yang akan diajarkan untuk mendukung pemahaman terhadap konsep pewarisan sifat.

Bila dibuka pada buku teks tentang pewarisan sifat maka isi materinya adalah hukum Mendel I, hukum Mendel II, penyimpangan hukum Mendel, pautan dan pindah silang. Diantara konsep yang ada kurang penjelasan hubungan dengan konsep lainnya. Apakah Bapak Ibu guru menyadari bahwa konsep pewarisan sifat bisa dipahami bila sudah dipahami beberapa konsep terkait lainnya. Berdasarkan hal itu, maka mari kita lihat urutan konsep pewarisan sifat yang seharusnya disajikan dalam pembelajaran adalah:

1. Siapa yang membawa sifat pada makhluk hidup? (Jawaban: DNA dan RNA);
2. Apakah pewarisan sifat Mendel berlaku pada semua makhluk hidup?
(Jawaban: Tidak. Hanya berlaku pada golongan makhluk hidup eukariotik yang berbiak secara seksual. Mekanisme pewarisan sifat Mendel tidak berlaku pada DNA di sitoplasma dan DNA/RNA di golongan prokariotik)
3. Pewarisan sifat Mendel dibawa oleh apa?
(Jawaban: gen yang terangkai pada kromosom autosom atau gonosom pada golongan makhluk hidup eukariotik)
4. Pewarisan sifat oleh Mendel kejadiannya pada peristiwa apa?
(Jawaban: Hukum Mendel terjadi peristiwa pembentukan gamet yakni saat pembelahan meiosis)
5. Bukankah hukum Mendel I terjadi pada persilangan monohybrid?

- (Jawaban: Tidak. Hukum Mendel I terjadi saat pembelahan Meiosis I tahap Anafase I)
6. Bukankah hukum Mendel II terjadi pada persilangan dihibrid?
(Jawaban: Tidak. Hukum Mendel II terjadi saat pembelahan Meiosis I tahap Metafase I)
7. Jadi ada kaitan konsep pembelahan meiosis dengan konsep hukum Mendel?
(Jawaban: Ya. Pada pembelahan meiosis I fase Metafase terjadi hukum Mendel II yakni hukum kombinasi bebas gen (kromosom) dengan kromosom tidak sehomolog. Hukum Mendel I terjadi pada fase Anafase I yakni pemisahan kromosom yang merupakan kromosom homolognya.
8. Apa akibat hukum Mendel II dan dilanjutkan hukum Mendel I bagi kombinasi gen?
(Jawaban: Hukum Mendel II dan dilanjutkan dengan hukum Mendel I yakni berpisahannya kromosom sehomolog berakibat dihasilkannya gamet yang memiliki kromosom sejumlah separuh dari kromosom induknya dengan kombinasi gen yang bervariasi. Saat gamet jantan bertemu dengan gamet betina maka hasil dari kombinasi gen akan nampak pada keturunannya.

Berdasarkan urutan berpikir yang dikemukakan di atas, maka idealnya urutan materinya dalam pewarisan sifat adalah Pembawa sifat keturunan adalah gen/DNA dan RNA; Pembelahan meiosis dan hubungannya dengan perilaku kromosom yakni replikasi kromosom, kombinasi bebas gen dan berpisahannya gen sealel; Pewarisan sifat melibatkan gen sealel sesuai Hukum Mendel I dan II; Pewarisan Sifat melibatkan lebih dari 2 gen sealel atau Penyimpangan Mendel: Pewarisan sifat di luar hukum Mendel. Maka jelaslah pertalian konsep pewarisan sifat sehingga diharapkan siswa dapat mengetahui bagaimana gamet dapat memiliki kandungan genetik yang bervariasi akibat kombinasi bebas gen pada saat pembelahan meiosis. Bila konsep ini sudah dipahami oleh siswa maka mudah bagi siswa menentukan parental, membuat gamet, membuat persilangan dan meramalkan hasilnya tanpa harus menghafalnya.

Aplikasi Pembelajaran Genetika pada Konsep Pewarisan Sifat yang Disajikan Berbasis Metakognitif.

Kerangka berpikir DDR mendasari guru untuk berpikir bagaimana siswa dapat memahami suatu konsep melalui urutan berpikir yang sistematis. Guru menyajikan konsep dalam perencanaan pembelajaran tertentu kemudian guru memikirkan respon siswa maka bila respon siswa sesuai dengan pikiran guru maka guru berhasil membawa siswa pada situasi didaktik yang diharapkan.

Berdasarkan analisis penulis, bahwa kerangka berpikir DDR Suryadi ini merupakan wujud dari kemampuan berpikir metakognitif seorang guru. Guru selalu disadarkan dengan pikirannya dalam merencanakan, melaksanakan dan merefleksi pembelajaran yang dilakukannya. Selanjutnya guru akan melatih siswanya berpikir metakognitif juga. Selama pembelajaran siswa juga dilatih untuk berpikir secara runtut tentang teori/konsep untuk selanjutnya digunakan dalam memecahkan masalah dengan benar.

Melalui kerangka berpikir DDR guru memikirkan cara yang tepat agar siswa dapat memahami suatu konsep dan selanjutnya dituangkannya urutan konsep tersebut ke dalam RPP,

bahan ajar sampai pada urutan pelaksanaan pembelajaran. Selanjutnya ketika guru memberikan soal untuk dipecahkan oleh siswa, maka guru juga hendaknya menyajikan soal yang memperhatikan urutan berpikir dalam langkah pemecahan masalah tersebut. Hal ini merupakan upaya menyadarkan siswa bahwa siswa harus menyadari pikirannya atau melatih siswa berpikir tentang pikirannya. Hal ini disebut sebagai berpikir metakognitif. Maka dapat dikatakan bahwa melalui kerangka berpikir DDR maka baik guru maupun siswa juga telah diberdayakan pikirannya untuk berpikir tingkat tinggi atau berpikir metakognitif.

Penelitian berpikir metakognitif telah dilakukan oleh Tayeb, S, Hasan, A, Nusantari (2015) tentang pengembangan instrumen metakognitif untuk melatih siswa memecahkan masalah pewarisan sifat melalui berpikir metakognitif. Berikut adalah contoh urutan konsep yang diperhatikan dalam memecahkan masalah. Urutan konsep yang ditanyakan mengacu pada instrument pengetahuan metakognitif yang dikembangkan oleh Rompayon (2010) yang meliputi pengetahuan deklaratif, pengetahuan prosedural dan pengetahuan kondisional. Siswa harus memahami terlebih dahulu pengetahuan konsepnya sebelum bisa mengerjakan soal-soal pemecahan masalah. Pada tahap berikutnya diharapkan siswa dapat memahami pengetahuan kondisional setelah memahami pengetahuan deklaratif dan proseduralnya.

Pertanyaan pada Konsep Genetika Pewarisan Sifat yang disajikan Berbasis Pengetahuan Metakognitif disajikan berikut ini (Tayeb, S, Hasan, A, Nusantari, 2015)

1. Jawablah pertanyaan di bawah ini :
 - a) Jelaskan apa yang dimaksud dengan gen, genotipe, fenotipe, gamet, homozigot, heterozigot, dominan dan resesif ?
 - b) Dalam suatu taman terdapat tanaman bunga berwarna merah berbatang tinggi (MMTT). Tentukanlah genotipe dan fenotipe tanaman tersebut ?
 - c) Apakah dapat dihasilkan gamet (mt) dari tanaman bunga merah batang tinggi ?
2. Jawablah pertanyaan di bawah ini :
 - a) Jelaskan :
 - (1) Apa yang dimaksud dengan parental dan filial ?
 - (2) Apa yang dimaksud dengan Hukum Mendel I ?
 - (3) Apa yang dimaksud dengan persilangan monohibrid ?
 - (4) Bagaimanakah hubungan Hukum Mendel I dengan persilangan monohibrid ?
 - (5) Pada peristiwa apa Hukum Mendel I terjadi ?
 - b) Anda diberikan tugas oleh gurumu untuk menyilangkan tanaman kapri berbatang tinggi (TT) dengan tanaman kapri berbatang pendek (tt), apabila persilangan berhasil dilakukan bagaimanakah perbandingan fenotip F₂ yang dihasilkan jika keturunan F₁ disilangkan dengan sesamanya ?
 - c) Saat anda mengerjakan tugas yang diberikan oleh gurumu untuk melakukan persilangan tanaman kapri berbatang tinggi (TT) dengan tanaman kapri berbatang pendek (tt), apabila persilangan berhasil dilakukan dapatkah dihasilkan perbandingan fenotip F₂ = 2 : 2 ? Berikan alasan anda !
3. Jawablah pertanyaan dibawah ini :
 - a) Jelaskan :
 - (1) Apa yang dimaksud dengan Hukum Mendel II ?
 - (2) Apa yang dimaksud dengan persilangan dihibrid ?
 - (3) Bagaimanakah hubungan Hukum Mendel II dengan persilangan dihibrid ?

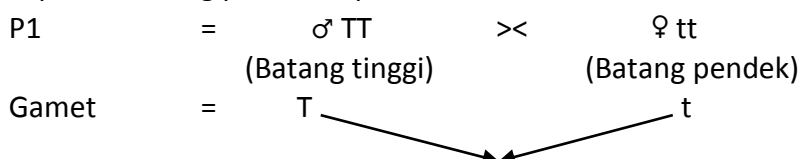
- (4) Pada peristiwa apa Hukum Mendel II terjadi ?
- b) Anda menyilangkan tanaman berbiji bulat berwarna kuning (BBKK) yang bersifat dominan homozigot terhadap tanaman berbiji kisut berwarna hijau (bbkk), bagaimanakah rasio F₂, jika keturunan pertama (F₁) disilangkan dengan sesamanya ?
- c) Ketika anda melakukan persilangan tanaman berbiji bulat berwarna kuning (BBKK) yang bersifat dominan homozigot terhadap tanaman berbiji kisut berwarna hijau (bbkk), dapatkah dihasilkan pada keturunan pertama (F₁) tanaman berbiji kisut berwarna hijau ?

Jawaban pertanyaan nomor 1 yaitu :

- a. Jawabannya adalah :
- (1) Gen adalah fragmen DNA yang mengekspresikan suatu sifat.
 - (2) Genotipe adalah susunan gen yang mengendalikan suatu sifat yang diberi simbol dengan dua huruf.
 - (3) Fenotipe adalah sifat yang diwariskan dari induknya yang dapat diamati dengan panca indera.
 - (4) Gamet adalah sel kelamin yang diproduksi oleh organisme dan mengandung $\frac{1}{2}$ kromosom induknya.
 - (5) Homozigot adalah pasangan gen yang sejenis contoh AA, aa.
 - (6) Heterozigot adalah pasangan gen yang tidak sejenis contoh Aa.
 - (7) Dominan adalah sifat yang selalu muncul.
 - (8) Resesif adalah sifat yang tersembunyi atau tidak muncul.
- b. Genotipenya adalah MMTT sedangkan fenotipenya adalah tanaman bunga merah, berbatang tinggi.
- c. Tidak bisa dihasilkan gamet mt apabila tanamannya bergenotipe MMTT (homozigot) akan tetapi dapat dihasilkan apabila gamet mt tanamannya bergenotipe MmTt (heterozigot).

Jawaban pertanyaan nomor 2 yaitu :

- 1) Jawabannya adalah :
 - a. Parental adalah induk dari sebuah persilangan disingkat P sedangkan filial adalah keturunan dari sebuah persilangan disingkat F.
 - b. Hukum Mendel I adalah Hukum pemisahan gen sealel.
 - c. Persilangan monohibrid adalah suatu persilangan dengan satu sifat beda.
 - d. Hubungan Hukum Mendel I dengan persilangan monohibrid adalah Hukum Mendel I dibuktikan melalui persilangan monohibrid. Pada persilangan monohibrid Mendel menyimpulkan bahwa pada pembentukan gamet, pasangan-pasangan gen sealel saling berpisah. Pemisahan gen ini terjadi selama proses meiosis berlangsung.
 - e. Hukum Mendel I terjadi pada peristiwa meiosis 1 anaphase 1
- 2) Bagan persilangan nya antara tanaman kapri berbatang tinggi dengan tanaman kapri berbatang pendek seperti di bawah ini



F1 = Tt
(Batang tinggi)

P2 = ♂ Tt × ♀ Tt

Gamet = T, t T, t

F2 =

	T	t
T	TT (Tinggi)	Tt (Tinggi)
t	Tt (Tinggi)	tt (pendek)

Jadi pada persilangan monohibrid, perbandingan fenotip = tinggi : pendek = 3 : 1

Jawaban pada Pertanyaan no 3

Jawaban pertanyaan nomor 3 yaitu :

- 1) Jawabannya adalah :
 - a. Hukum Mendel II adalah Hukum berpasangan secara bebas, contoh pada persilangan dihibrid Mendel menyimpulkan bahwa setiap gen dapat berpasangan secara bebas dengan gen lainnya
 - b. Persilangan dihibrid adalah suatu persilangan dengan dua sifat beda.
 - c. Hubungan Hukum Mendel II dan persilangan dihibrid adalah Hukum Mendel II dibuktikan melalui persilangan dihibrid.
 - d. Hukum Mendel II terjadi pada peristiwa pembelahan meiosis I, Metafase I
- 2) Bagan persilangan dihibrid antara tanaman berbiji bulat berwarna kuning dengan tanaman berbiji kisut berwarna hijau adalah sebagai berikut :

P1 = ♂ BBKK (Bulat, kuning) × ♀ bbkk (kisut, hijau)

Gamet = BK bk

F1 = BbKk (Bulat, kuning)

P2 = ♂ BbKk × ♀ BbKk

Gamet = BK, Bk, bK, bk

F2 =

	BK	Bk	bK	bk
BK	BBKK (Bulat, kuning)	BBKk (Bulat, kuning)	BbKK (Bulat, kuning)	BbKk (Bulat, kuning)
Bk	BBKk (Bulat, kuning)	BBkk (Bulat, hijau)	BbKk (Bulat, kuning)	Bbkk (Bulat, hijau)

bK	BbKK (Bulat, kuning)	BbKk (Bulat, kuning)	bbKK (Kisut, kuning)	bbKk (Kisut, kuning)
bk	BbKk (Bulat, kuning)	Bbkk (Bulat, hijau)	bbKk (Kisut, kuning)	Bbkk (kisut, hijau)

Rasio genotip F2 :

BBKK : BBKk : BbKK : BbKk : BBkk : Bbkk : bbKK : bbKk : bbkk = 1 : 2 : 2 : 4 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1

Rasio fenotip F2 :

Bulat kuning : bulat hijau : kisut kuning : kisut hijau = 9 : 3 : 3 : 1

Pada persilangan tanaman berbiji bulat berwarna kuning (BBKK) yang bersifat dominan dengan tanaman berbiji kisut berwarna hijau (bbkk) tidak dapat dihasilkan tanaman berbiji kisut berwarna hijau karena pada keturunan pertama atau F1 dihasilkan seluruhnya tanaman berbiji bulat berwarna kuning, karena salah satu induknya homozigot dominan.

Pembelajaran yang Dilakukan dengan Menerapkan Pengetahuan Metakognitif pada Konsep Pewarisan Sifat dapat Meningkatkan Hasil Belajar Siswa.

Penelitian pendahuluan dilakukan oleh Nusantari E & Tayeb, S (2015) untuk melihat hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan pengetahuan metakognitif. Siswa yang terlibat sebanyak 3 kelas masing-masing Kelas XII B1 sebanyak 23 orang. Kelas XIIB2 sebanyak 25 orang. Kelas XIIB3 sebanyak 23 orang. Instrumen yang digunakan adalah instrument metakokognitif yang dikembangkan mengikuti langkah-langkah Rompayon dkk (2010) yang meliputi pengetahuan deklaratif, procedural dan kondisional. Instrumen ini dihasilkan dari penelitian Tayeb, Hasan, Nusantari, (2015). Instrumen metakognitif ini digunakan untuk uji pretes dan posttest siswa. Selama pembelajaran urutan konsep yang dibelajarkan juga mengacu pada urutan berpikir sesuai instrument metakognitif. Pembelajaran pada siswa kelas XII dilakukan pada konsep pewarisan sifat. Pembelajaran dilaksanakan dalam 4 kali pertemuan. Pertemuan 1 dan 2 tentang pewarisan sifat Mendel. Pertemuan 3 dan 4 tentang penyimpangan semu Hukum Mendel. Setiap awal pertemuan siswa diberikan pretest dengan menggunakan instrument pengetahuan metakognitif, setelah pembelajaran maka siswa diberikan posttest dengan soal yang sama dengan soal pretest. Hasil penelitian dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 1 Nilai Pretest dan Postest Siswa yang Dibelajarkan dengan Menggunakan Pengetahuan Metakognisi pada Konsep Pewarisan Sifat

Kelas	Pretest	posttest
XII B1	40,1	77,3
XII B2	34,68	83
XII B3	33,5	80,4
Rata-rata	36,09	80,23

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan signifikan dari rata-rata hasil pretes dan rata-rata posttest. Hal ini berarti siswa dapat memanfaatkan pengetahuan deklaratifnya untuk menyelesaikan masalah dengan benar. Siswa juga dapat menerapkan pengetahuan deklaratifnya untuk membuat keputusan atau dapat menjawab ketika siswa dihadapkan pada kondisi yang berbeda dengan konsep teoritiknya. Hal ini sesuai pernyataan oleh Moore (dalam Syaiful 2011) menyatakan bahwa metakognisi mengacu pada pemahaman seseorang tentang pengetahuannya, sehingga pemahaman yang mendalam tentang pengetahuannya akan mencerminkan penggunaannya yang efektif atau uraian yang jelas tentang pengetahuan yang dipermasalahkan. Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan-kognisi adalah kesadaran seseorang tentang apa yang sesungguhnya diketahui, dan regulasi-kognisi adalah bagaimana seseorang mengatur aktifitas kognisinya secara efektif. Karena itu, pengetahuan-kognisi memuat pengetahuan deklaratif, prosedural, dan kondisional, penting dalam upaya melihat secara efektif apa sebenarnya yang dibutuhkan oleh siswa dalam memahami sesuatu, menggunakannya untuk keperluan menyelesaikan suatu masalah. Hal ini bila senantiasa dipikirkan oleh guru yang selalu berinqury dalam pembelajaran, maka pasti siswa dapat berhasil dalam mengikuti pembelajaran.

Guru Berperan sebagai Scientis melalui Kemampuan Analisis Didaktik Paedagogik sehingga Terampil dalam Melakukan Inkuiri Mengajar

Kesulitan siswa maupun guru dalam memahami materi atau konsep dapat diatasi melalui analisis materi dalam suatu forum guru diantaranya adalah melalui Lesson Study untuk membahas persiapan pembelajaran melalui suatu Analisis Antisipasi Didaktik Paedagogik yakni analisis pembelajaran terkait kemampuan guru mempersiapkan materi yang dapat dipahami dengan benar oleh siswa, memahami tingkat berpikir siswa sehingga dapat mempersiapkan isi materi yang sesuai dengan tahap berpikir siswa. Kegiatan Lesson Study ini dapat dilakukan dengan mengundang ahli materi, guru senior dan teman sejawat untuk melakukan diskusi dan menyusun desain pembelajaran maupun buku ajar.

Hal ini menunjukkan pentingnya seorang guru sebagai ilmuan yang terus ber-Inquiry bagaimana menyajikan materi yang sulit menjadi bisa dipahami oleh siswa. Guru dapat terus menjadi peneliti pembelajaran. Sudah saatnya guru meningkatkan perannya tidak hanya sebagai pentransfer ilmu tapi bagaimana cara membelajarkan konsep agar dapat dimengerti oleh siswanya. Maka jadilah guru yang selalu melakukan kegiatan Inquiry dalam pembelajaran.

Sebagaimana dinyatakan oleh Suwono (2011) Rencana pembelajaran merupakan seperangkat instrumen yang akan diuji dalam proses pembelajaran. Layaknya seorang peneliti, rencana pembelajaran merupakan proposal riset yang berisi proposisi yang akan diuji. Jadi rencana pembelajaran merupakan proposisi hipotetik yang akan diuji oleh guru melalui pembelajaran. Dengan istilah lain Suryadi (2010) menyatakan bahwa rencana pembelajaran guru adalah disain didaktis hipotetis. Salah satu disain didaktik hipotesis yang penting adalah guru merencanakan materi yang

benar dan tidak menimbulkan miskonsepsi, memikirkan urutan materi agar konsep dapat dipahami dengan tepat.

Semua kegiatan ini merupakan kegiatan seorang guru yang selalu berpikir untuk menyajikan pembelajaran yang benar berdasarkan konsep dan membelajarkan melalui keterampilan pedagogik. Maka guru disebut terampil dalam melakukan analisis metapedadidaktik (Suryadi, 2010). Sejalan dengan hal itu Suwono (2011) menyatakan bahwa guru hendaknya melakukan kegiatan berinkuiri selama proses pembelajaran. Proses pembelajaran yang dimaksud ini adalah meliputi proses merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi pembelajaran. Inkuiri mengajar merupakan penggunaan cara berpikir inkuiri untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

SIMPULAN

Seorang scientis selalu berpikir terkait fenomena yang menarik bagi dirinya. Demikian juga seorang guru yang siswanya mengalami kesulitan dalam konsep genetika hendaknya menjadi scientis yang selalu memikirkan bagaimana menjadi pebelajar yang dapat memahami siswanya dalam belajar genetika. Guru selalu berinqury dalam mengajar untuk mencari solusi terbaik dalam memahami konsep maupun memecahkan masalah dirinya dan siswanya agar terjalin situasi didaktik dengan lintasan berpikir yang sama antara yang dipikirkannya dengan apa yang dipikirkan siswanya. Sehingga guru perlu memikirkan rencana pembelajaran genetika sebagai suatu langkah antisipasi didaktik hipotetik, melaksanakan pembelajaran genetika dan mengakhiri pembelajaran dengan membuat refleksi untuk perbaikan ke depan. Kerangka berpikir ini disebut sebagai Kerangka Berpikir Didactical Desain Research.

Berpikir metakognitif penting disadarkan kepada siswa agar dapat berpikir efektif ketika memecahkan masalah genetika. Siswa harus memahami konsep-konsep yang saling terkait setahap demi setahap untuk mencapai pemahaman selanjutnya. Berdasarkan pemahaman konsep yang telah dikuasai, maka siswa dapat memecahkan masalah prosedural. Bila telah mampu menerapkan konsep maka siswa juga disadarkan untuk bisa memecahkan masalah kondisional.

Kerangka berpikir DDR termasuk kemampuan berpikir tingkat tinggi. Artinya bila kerangka berpikir ini dilakukan oleh guru maka guru tersebut telah terampil berpikir metakognitif. Salah satu cara melatih kemampuan metakognitif kepada siswa maka dapat dikembangkan instrument pengetahuan metakognitif yang terdiri dari pengetahuan deklaratif, procedural dan kondisional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Prof. Dr. Didi Suryadi yang telah menginspirasi penulisan makalah ini, Prof. A.D. Corebima M.Pd yang membimbing dalam jangka waktu lama dalam menggeluti bidang genetika.

DAFTAR RUJUKAN

Kansanen, P. (2003). Studying-theRealistic Bridge Between Instruction and Learning. An Attempt to a Conceptual Whole of the Teaching-Studying-Learning Process. *Educational Studies, Vol. 29, No. 2/3, 221-232*

-
- Abdul, A., Hasan, A. Rahman (2010) Kajian Hasil Ujian Nasional di SMAN Se-Kabupaten Gorontalo Utara. Laporan Penelitian IMHERE. Lemlit Universitas Negeri Gorontalo.
- Nusantari. E. 2012. Perbedaan Pemahaman Awal tentang Konsep Genetika pada Siswa, Mahasiswa, Guru-Dosen dan Implikasinya terhadap Pemahaman Genetika. *Jurnal Ilmu Pendidikan Univ. Neg.Malang*. Edisi Desember 2012.ISSN 0215-9643.Jilid 18 No 2.Halaman 125-252.
- Rompayom, P., Tambunchong, C. Wongyounoi, S., & Dechsri, P. 2010. "The Development of Metacognitive Inventory to Measure Students' Metacognitive Knowledge Related to Chemical Bonding Conceptions". *Paper Presented at International Association for Educational Assessment (IAEA)*.
- Suryadi, D. (2008). *Metapedadidaktik dalam Pembelajaran Matematika: Suatu Strategi Pengembangan Diri Menuju Guru Matematika Profesional*. Pidato Pengukuhan Guru Besar, UPI.
- Suryadi, D. Yulianti, K. Junaeti, E. (2009). *Model Antisipasi dan Situasi Didaktis dalam Pembelajaran Matematika Kombinatorik Berbasis Pendekatan Tidak Langsung*. Bandung: Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI
- Suryadi, d. 2010. *Didactical Design Research (DDR) dalam Pengembangan Pembelajaran Matematika*. Disajikan pada Seminar Nasional Pembelajaran MIPA di UM Malang, 13 November 2010.
- Suryadi, D. Suratno,T. 2014. *Kemandirian Pendidik..Kisah Pendidik Reflektif dan Profesional Pembelajaran*. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Pendidikan Indonesia.Bandung: Rizki Press.
- Syaiful, 2011. *Metakognisi Siswa dalam Pembelajaran Matematika Realistik di Sekolah Menengah Pertama*. Edumatica Volume 01 Nomor 2, ISSN : 2088-2157
- Suwono. 2011. *Merancang Rencana Pembelajaran Inovatif dalam Inquiry Mengajar*.(<http://www.hadisuwono.blogspot.com>. (online) diakses Oktober 2013)
- Tayeb, S. Hasan, A., Nusantari (2015) *Pengembangan Instrumen Pengetahuan Metakognitif Tentang Materi Pewarisan Sifat Pada Mata Pelajaran Biologi di Madrasah Aliyah Negeri Model Kota Gorontalo*. Tesis Pascasarjana Universitas Negeri Gorontalo