

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode, Bentuk dan Rancangan Penelitian

1. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah cara ilmiah yang digunakan untuk mendapatkan data yang valid dengan tujuan tertentu, agar dapat ditemukan, dikembangkan, dan dibuktikan suatu pengetahuan pada waktu tertentu agar dapat digunakan untuk memahami, memecahkan dan mengantisipasi masalah dalam bidang pendidikan (Sugiyono, 2021:110).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Menurut Sugiyono (2021:110), metode eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mencari suatu pengaruh perlakuan tertentu terhadap hal-hal yang ingin dikembangkan dengan kondisi yang terkendali. Metode eksperimen dalam penelitian ini digunakan peneliti, karena sesuai dengan tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui kemampuan pemecahan masalah pada siswa dengan menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dan *Discovery Learning* ditinjau dari keterampilan proses sains pada siswa dalam materi Ekologi Siswa kelas X SMA Borneo Bengkayang.

2. Bentuk Penelitian

Bentuk penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu desain faktorial 2×3 (*Factorial Design*). Menurut Sugiyono (2021:116) “*Factorial Design* merupakan modifikasi dari *design true experimental*, yaitu dengan memperhatikan kemungkinan adanya variabel moderator yang mempengaruhi perlakuan (variabel independen) terhadap hasil (variabel dependen)”. Digunakannya *factorial design* dalam penelitian ini dikarenakan peneliti tidak dapat mengontrol semua variabel yang mempengaruhi kemampuan pemecahan masalah pada siswa kelas X SMA Borneo Bengkayang.

3. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Factorial Design* menggunakan *Posttest Only Control Design*. Desain faktorial merupakan modifikasi dari *design true experimental*, yaitu dengan memperhatikan kemungkinan adanya variabel moderator yang mempengaruhi perlakuan (variabel independen) terhadap hasil (variabel dependen) (Sugiyono, 2021:117). Desain faktorial yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain faktorial 2x3, dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan antara dua variabel bebas terhadap variabel terikat. Pada penelitian ini peneliti ingin melihat kemampuan pemecahan masalah siswa menggunakan model *Project Based Learning* dan model *Discovery Learning* ditinjau dari keterampilan proses sains siswa yaitu keterampilan proses sains kategori tinggi, sedang, dan rendah. Menurut Arif Juang Nugraha, dkk (2017:40) menyatakan bahwa rancangan faktorial tersebut ditunjukkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rancangan Desain Faktorial 2x3

Model Pembelajaran (a)	Keterampilan Proses Sains (b)		
	Tinggi (b_1)	Sedang (b_2)	Rendah (b_3)
<i>Project Based Learning</i> (a_1)	(a_1b_1)	(a_1b_2)	(a_1b_3)
<i>Discovery Learning</i> (a_2)	(a_2b_1)	(a_2b_2)	(a_2b_3)

Keterangan :

a_1b_1 : Kemampuan pemecahan masalah yang diberikan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan KPS tinggi

a_1b_2 : Kemampuan pemecahan masalah yang diberikan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan KPS sedang

a_1b_3 : Kemampuan pemecahan masalah yang diberikan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan KPS rendah

a_2b_1 : Kemampuan pemecahan masalah yang diberikan model pembelajaran *Discovery Learning* dengan KPS tinggi

a_2b_2 : Kemampuan pemecahan masalah yang diberikan model pembelajaran *Discovery Learning* dengan KPS sedang

a_2b_3 : Kemampuan pemecahan masalah yang diberikan model pembelajaran *Discovery Learning* dengan KPS rendah

4. Populasi dan Sampel Penelitian

a. Populasi Penelitian

Populasi merupakan keseluruhan objek penelitian yang mempunyai karakteristik dan kuantitas tertentu yang akan digunakan oleh peneliti untuk dipelajari dan ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2021:126).

Populasi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah jumlah keseluruhan dari objek yang akan diteliti. Jadi, populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X SMA Borneo Bengkayang yang terdiri dari 3 (tiga) kelas yaitu X-A, X-B, dan X-C dengan jumlah populasi yaitu 92 siswa. Adapun data populasi dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Data Siswa Kelas X SMA Borneo Bengkayang Tahun Ajaran 2022/2023

Kelas	Laki-laki	Perempuan	Jumlah
X-A	9	23	30
X-B	9	21	30
X-C	10	22	32
Total Keseluruhan			92

b. Sampel Penelitian

Menurut Sugiyono (2021:127) “Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut”. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah dua kelas, kelas pertama digunakan sebagai kelas eksperimen 1 dan kelas kedua dijadikan sebagai kelas eksperimen 2.

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan sampel *Simple Random Sampling*. “Konsep *simple random sampling* ini dikatakan *simple* (sederhana) karena pengambilan anggota sampel dari populasi dilakukan secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada

dalam populasi tersebut (Sugiyono, 2021:129)”. Dalam penelitian ini, terdapat tiga kelas. Pada kelas pertama dan kedua yaitu X-A dan X-B masing-masing terdiri dari 30 siswa, sedangkan kelas ketiga X-C terdiri dari 32 siswa. Menurut Pujianto dkk, (2020) menyatakan bahwa, proses pemilihan sampel yang digunakan peneliti dengan teknik *Simple Random Sampling*, dikarenakan peneliti dapat melakukan pengundian populasi agar dapat memberikan kesempatan yang sama bagi seluruh populasi agar dapat menjadi sampel penelitian. Sedangkan menurut Mulyatiningsih (2019:13) mengungkapkan bahwa, nomor undian populasi yang muncul akan terpilih menjadi sampel penelitian. Berdasarkan sampel penelitian yang telah ditentukan, maka pada kelas eksperimen 1 akan diterapkan model pembelajaran *Discovery Learning* dan kelas eksperimen 2 akan diterapkan dengan model pembelajaran *Project Based Learning*. Sebelum melakukan pengambilan sampel, terlebih dahulu diberikan uji homogenitas menggunakan *Uji Barlett* dengan perlakuan kemampuan yang sama kepada masing-masing siswa di 3 kelas X yang berbeda. Uji ini dilakukan jika populasi lebih dari 2 kelas. Adapun hasil perhitungan homogenitas menggunakan *Uji Barlett* ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Uji Barlett

X ² Hitung	X ² Tabel	Keterangan
0,104	109,773	X ² hitung < X ² tabel, maka data homogen

Berdasarkan perhitungan homogenitas menggunakan *Uji Barlett*, dapat diketahui bahwa X² hitung lebih kecil dibandingkan X² tabel, artinya populasi data bersifat homogen. Sehingga, diperoleh sampel kelas eksperimen pertama yaitu X-A terdiri dari 30 siswa dan kelas eksperimen kedua yaitu X-B terdiri dari 30 siswa. Perhitungan *Uji Barlett* selanjutnya dapat dilihat pada lampiran B.

5. Teknik dan Alat Pengumpulan Data

a. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan langkah utama dalam suatu penelitian, karena tujuan teknik pengumpulan data adalah untuk mendapatkan data. Tanpa mengetahui teknik pengumpulan data, maka peneliti akan kesulitan untuk mendapatkan data yang memenuhi standar data yang ditetapkan (Sugiyono, 2021:296). Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu teknik pengukuran.

Menurut Nawawi (Marsinah dkk, 2019) mengemukakan bahwa teknik pengukuran merupakan suatu cara untuk mengetahui tingkat atau derajat aspek tertentu dengan menggunakan data yang bersifat kuantitatif sebagai satuan ukur yang relevan dibandingkan dengan norma tertentu. Teknik pengukuran yang dimaksud dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui keterampilan proses sains dan kemampuan pemecahan masalah siswa berupa tes akhir (*posttest*) pada materi Ekologi. Teknik pengukuran ini dilakukan dengan pemberian *posttest* berbentuk uraian atau *essay*.

b. Alat Pengumpulan Data

Alat pengumpul data (instrumen) merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur data (Sugiyono, 2021:156). Alat pengumpul data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes kemampuan pemecahan masalah, dan tes lembar kerja siswa sekaligus menilai keterampilan proses sains pada siswa.

1) Lembar Kerja Siswa (LKS)

Lembar kerja siswa yang digunakan dalam penelitian ini yaitu LKS model *Discovery Learning* yang di berikan perlakuan kepada kelas kontrol atau kelas eksperimen pertama dan LKS model *Project Based Learning* yang diberikan perlakuan kepada kelas eksperimen kedua. Lembar kerja siswa yang digunakan tersebut sekaligus sebagai penilaian keterampilan proses sains siswa.

2) Tes Kemampuan Pemecahan Masalah

Tes kemampuan pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian ini berupa tes akhir (*Posttest*). Tes tersebut digunakan untuk mengetahui kemampuan pemecahan masalah siswa setelah mengikuti kegiatan belajar mengajar pada materi Ekologi.

Tes kemampuan pemecahan masalah yang dibuat mengacu pada kompetensi dasar yang ingin dicapai, dan dijabarkan ke dalam indikator pencapaian kemampuan pemecahan masalah serta disusun berdasarkan penulisan kisi-kisi butir soal, tujuan memberikan *posttest* dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui keberhasilan setelah perlakuan sekaligus untuk menilai kemampuan pemecahan masalah siswa.

Menurut Halimah (Jihad dan Haris, 2009) soal tes dalam bentuk uraian atau *essay* memiliki beberapa keunggulan sebagai berikut :

- a) Penyusunan penulisan soalnya relatif lebih mudah
- b) Tidak memberi kesempatan kepada siswa untuk berspekulasi atau untung-untungan
- c) Memberi motivasi kepada siswa untuk mengemukakan pendapatnya dengan menggunakan bahasanya sendiri.
- d) Dapat mengetahui sejauh mana pengetahuan atau penguasaan siswa terhadap materi yang telah dipelajari

Adapun pedoman penskoran tes kemampuan pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3.3

Pedoman Penskoran Tes Kemampuan Pemecahan Masalah

Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah	Aktivitas Siswa	Skor
	Siswa menuliskan hal-hal yang diketahui dari soal/masalah/pertanyaan	
Kemampuan memahami masalah	Siswa tidak menuliskan hal-hal yang ditanyakan	0

<i>(understanding the problem)</i>	Siswa menuliskan hal-hal yang ditanyakan, tapi salah	1
	Siswa menuliskan hal-hal yang ditanyakan dan tidak lengkap	2
	Siswa menuliskan hal-hal yang ditanyakan secara lengkap dan benar	3
Skor Maksimal		3
Kemampuan merencanakan penyelesaian <i>(devising a plan)</i>	Siswa tidak membuat rencana penyelesaian	0
	Siswa membuat rencana penyelesaian tetapi mengarah pada jawaban yang salah	1
	Siswa membuat rencana penyelesaian pada jawaban yang benar tetapi tidak lengkap	2
	Siswa membuat rencana penyelesaian secara lengkap dan mengarah pada jawaban yang benar	3
Skor Maksimal		3
Kemampuan rencana menyelesaikan masalah <i>(carrying out the plan)</i>	Siswa tidak menuliskan penyelesaian	0
	Siswa menuliskan penyelesaian tetapi prosedur tidak jelas	1
	Siswa menuliskan penyelesaian yang mengarah pada jawaban benar tetapi salah dalam penyelesaian	2
	Siswa menuliskan penyelesaian yang benar dan memperoleh hasil yang benar	3
Skor Maksimal		3
Kemampuan memeriksa kembali <i>(looking back)</i>	Siswa tidak memeriksa kembali jawaban	0
	Siswa dapat menyelesaikan soal/masalah tetapi tidak dibandingkan dengan proyek	1
	Siswa dapat menyelesaikan soal/masalah tetapi salah dalam	2

	membandingkannya dengan proyek.	
	Siswa menyelesaikan soal/masalah dengan tepat dan membandingkannya dengan proyek	3
Skor Maksimal		3
Total Skor		12

Modifikasi dari Polya (Astutiani, R. 2019)

6. Uji Keabsahan Instrumen

Suatu penelitian perlu di uji keabsahannya guna untuk meningkatkan mutu suatu tes, baik itu keseluruhan mutu tes atau mutu tiap butir soal bagian dari tes. Uji keabsahan instrumen ini merupakan tahapan dalam penelitian yang memvalidasi dan menguji cobakan instrumen penelitian yang akan digunakan atau diteliti. Oleh karena itu, agar hasil dalam penelitian ini memperoleh hasil yang baik maka diperlukan kualitas instrumen penelitian berdasarkan kriteria tertentu. Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam penyusunan perangkat tes dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Membuat Kisi-kisi Soal

Kisi-kisi soal yang dibuat dalam penelitian ini digunakan untuk menyesuaikan soal yang akan dibuat dengan indikator dan materi pembelajaran yang akan diajarkan kepada siswa.

b. Penulisan Butir Soal

Penulisan butir soal yang dilakukan dalam penelitian ini, pertamanya yaitu menentukan jumlah butir soal yang akan digunakan. Butir soal yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dalam bentuk uraian atau *essay*, dengan jumlah yaitu sebanyak 3 butir soal. Butir soal yang digunakan dalam penelitian ini yaitu soal yang dibuat oleh peneliti sendiri menggunakan sumber relevan seperti buku dan jurnal sehingga perlu dilakukan uji coba.

c. Membuat Kunci Jawaban

Setelah membuat soal uji coba dan lembar kerja siswa, selanjutnya yaitu membuat kunci jawaban dan penskoran butir soal. Pembuatan kunci jawaban dari butir soal yang dibuat, berpedoman pada rubrik penskoran dengan langkah-langkah yang telah disesuaikan atau disusun dalam kisi-kisi soal.

d. Uji Validitas

Uji validitas merupakan langkah yang digunakan untuk menguji ketepatan alat ukur sebuah isi instrumen yang bertujuan untuk mengukur suatu objek yang akan digunakan dalam sebuah penelitian (Saptutningsih dan Setyaningrum, 2019:164). Pada penelitian ini dilakukan dua jenis validitas yaitu validitas isi, dan validitas empiris.

1) Validitas Isi

Menurut Sugiyono (2021:184) untuk memperoleh prosedur validitas isi yaitu dapat dilakukan dengan membandingkan isi dan spesifikasi tes agar dapat menggambarkan domain hasil belajar yang diukur. Validitas isi bertujuan untuk melihat keterkaitan antara kompetensi dasar, materi, indikator dan soal-soal tes. Agar soal tes yang akan digunakan memiliki validasi isi, maka perlu dilakukan penyusunan tes berdasarkan kurikulum dan isi bahan pelajaran, butir-butir soal dalam tes yang akan digunakan kemudian disesuaikan dengan indikator soal serta kisi-kisi kompetensi materi Ekologi.

Pengujian validitas isi dilakukan oleh empat validator yang terdiri dari tiga orang dosen IKIP – PGRI Pontianak dan satu orang guru bidang studi Biologi di SMA Borneo Bengkayang. Untuk keperluan validitas isi, para penilai diberikan seperangkat instrumen dan perangkat pembelajaran. Para penilai atau validator diminta untuk menyatakan penilaian validitas setiap soal dalam pilihan, yaitu Ya (valid) atau Tidak (tidak valid) serta komentar dan saran jika terjadi kesalahan atau kekurangan. Instrumen atau soal tes

yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikatakan valid, jika minimal 2 orang validator menyatakan valid.

Adapun validator pada instrumen penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.4

Tabel 3.4 Nama Validator

No.	Nama Validator	Jabatan
1.	Herditiya, M.Pd	Dosen Biologi
2.	Mustika Sari, S.Pd., M.Sc	Dosen Biologi
3.	Tesa Manisa, M.Pd	Dosen Biologi
4.	Christiana Tanti Lestari, S.Si	Guru Biologi

Hal-hal yang divalidasi dalam validitas isi, ini berkaitan dengan instrumen tes meliputi:

- a) Kisi-kisi Soal Tes
- b) Soal Tes
- c) Lembar Kerja Siswa (LKS)
- d) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Berdasarkan hasil validasi isi dalam penelitian ini, terdapat saran dan masukan dari masing-masing validator. Menurut validator pertama Ibu Herditiya, M.Pd, sebagai validator lembar kerja siswa (LKS) dan soal tes, menyatakan bahwa validitas lembar kerja siswa dan soal tes layak digunakan dan diperbarui. Menurut validator kedua Ibu Mustika Sari, S.Pd., M.Sc sebagai validator soal tes dan lembar kerja siswa menyatakan bahwa, soal tes kemampuan pemecahan masalah dan lembar kerja siswa sudah dilakukan revisi pada beberapa bagian, sehingga dapat di tindak lanjuti untuk uji coba. Menurut validator ketiga Ibu Tesa Manisa, M.Pd sebagai validator rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) menyatakan bahwa, RPP model *Project Based Learning* dan model *Discovery Learning* layak digunakan. Kemudian, menurut validator keempat Ibu Christiana Tanti, S.Si menyatakan bahwa, soal tes, lembar kerja

siswa, dan RPP model *Project Based Learning* dan model *Discovery Learning* layak digunakan.

Berdasarkan hasil uji validitas yang diberikan oleh validator instrumen atau soal tes yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikatakan valid, jika minimal 2 orang validator menyatakan valid. Hasil validasi instrumen atau tes layak digunakan sebagai alat pengumpul data dalam penelitian ini, dapat dilihat pada lampiran C.

2) Validitas Empiris

Validitas empiris yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat kevalidan soal. Tingkat kevalidan soal dalam validitas empiris diperoleh apabila validitas butir soal, uji daya pembeda, uji indeks kesukaran, dan reliabilitas tes sudah diuji dilapangan.

a) Validitas Butir Soal

Untuk menguji validitas butir soal pada instrumen tes yang dikembangkan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus korelasi *product moment* atau dimaksud dengan korelasi antara skor butir item dengan skor total. Hal ini dikarenakan semakin tinggi indeks korelasi, maka kebenaran tes tersebut semakin tinggi.

Menurut Arikunto (2019:213), adapun perumusan yang digunakan dalam validitas butir soal dapat dilihat pada Perumusan

1.1

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \quad \dots(1.1)$$

Keterangan :

r_{xy} = Koefisien korelasi yang dicari antara variabel x dan y

N = Jumlah siswa

$\sum XY$ = Jumlah perkalian antara skor butir soal dengan total

$\sum X$ = Jumlah skor butir soal

$\sum X^2$ = Jumlah skor total

$(\sum X)^2$ = Jumlah hasil kuadrat semua skor butir soal

$(\sum Y)^2 =$ Kuadrat dari jumlah semua skor butir soal

$\sum Y^2 =$ Jumlah hasil kuadrat semua skor total

Jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka butir item valid.

Validitas instrumen sangat bergantung pada tinggi rendahnya koefisien korelasinya. Untuk menginterpretasikan tolak ukur derajat validasi instrumen ditentukan berdasarkan kriteria, yang dapat dilihat pada Tabel 3.5

Tabel 3.5 Kriteria Korelasi *Product Moment*

No	r_{xy}	Kategori
1.	$0,90 \leq r_{xy} \leq 1,00$	Sangat tinggi
2.	$0,70 \leq r_{xy} < 0,90$	Tinggi
3.	$0,40 \leq r_{xy} < 0,70$	Sedang
4.	$0,20 \leq r_{xy} < 0,40$	Rendah
5.	$0,00 \leq r_{xy} < 0,20$	Sangat rendah

(Son, L. A., 2019:45)

Berdasarkan kriteria korelasi pada Tabel 3.5, maka kriteria yang digunakan dalam penelitian ini apabila uji validitas butir soal dikatakan valid apabila koefisien korelasi yang diperoleh minimal mencapai koefisien jika $r_{vy} > 0,40$. Berdasarkan hasil perhitungan kriteria korelasi, maka diperoleh validitas butir soal seperti disajikan pada Tabel 3.6

Tabel 3.6 Hasil Validasi Butir Soal Uji Coba

No Soal	R Hitung	R Tabel	Kriteria	Keterangan
1	0,829	0,413	Tinggi	Valid
2	0,818		Tinggi	Valid
3	0,740		Tinggi	Valid

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 3.6 dapat diketahui bahwa soal nomor 1, 2, dan 3 tergolong ke dalam kriteria tinggi dengan koefisien yaitu $0,70 \leq r_{xy} < 0,90$. Pada validitas butir soal

didapatkan bahwa r tabelnya adalah 0,413, nilai tersebut diambil berdasarkan tabel r *product moment pearson* pada taraf signifikan 5% dengan jumlah siswa 23 orang. Karena nilai r hitung pada tiap butir soal lebih besar dari r tabel, maka semua soal dapat dikatakan valid sehingga tidak ada soal yang dihilangkan. Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada (lampiran B).

b) Uji Daya Pembeda

Menurut Boopathiraj & Chellamani (Son, I.A., 2019:46) menyatakan bahwa “daya beda soal adalah kemampuan suatu soal untuk membedakan antara siswa yang berkemampuan tinggi dengan siswa yang berkemampuan rendah. Angka yang menunjukkan besarnya daya beda disebut indeks diskriminasi (D). Indeks diskriminasi butir soal uraian dapat dihitung dengan rumus perbandingan antara selisih mean kelompok atas dan mean kelompok bawah dengan skor maksimal tiap butir soal”. Untuk menghitung daya pembeda (DP), dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- (1) Siswa didaftarkan dengan peringkat pada sebuah tabel
- (2) Siswa dikelompokkan ke dalam dua kelompok, yaitu kelompok atas 50% terdiri dari kelompok siswa yang mendapat skor tinggi dan kelompok bawah 50% terdiri dari kelompok siswa yang mendapat skor rendah dari keseluruhan siswa.

Rumus yang digunakan untuk menentukan uji daya pembeda, dapat dilihat pada Perumusan 1.2.

$$DP : \frac{S_A - S_B}{I_A} \quad \dots (1.2)$$

Keterangan :

S_A : Jumlah skor kelompok atas pada butir soal yang diolah

S_B : Jumlah skor kelompok atas pada butir soal yang diolah

I_A : Jumlah skor maksimal salah satu kelompok pada butir soal yang diolah

Adapun interpretasi kriteria indeks daya pembeda butir soal dapat dilihat pada Tabel 3.7

Tabel 3.7 Kriteria Indeks Daya Pembeda Butir Soal

No.	IDP	Interpretasi
1.	$0,70 \leq D \leq 1,00$	Sangat Baik
2.	$0,40 \leq D < 0,70$	Baik
3.	$0,20 \leq D < 0,40$	Sedang
4.	$0,00 \leq D < 0,20$	Rendah
5.	Tanda negatif	Tidak ada daya pembeda

(Son. 2019:46)

Berdasarkan kriteria indeks daya pembeda (IDP) butir soal, maka kriteria daya pembeda yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah jika $DP > 0,20$ (daya pembeda butir soal dengan kategori sedang). Adapun hasil perhitungan yang diperoleh, maka daya pembeda soal yang digunakan dapat dilihat dalam Tabel 3.8

Tabel 3.8 Hasil Perhitungan Daya Pembeda

No Soal	DP	Keterangan
1.	0,21	Sedang
2.	0,22	Sedang
3.	0,23	Sedang

c) Uji Indeks Kesukaran

Menurut Nana Sujana (Riyani dkk, 2017:46) menyatakan bahwa indeks kesukaran memiliki 3 tingkat kesukaran yaitu mudah, sedang dan sukar. Sedangkan menurut Jihad & Haris (Riyani dkk, 2017:63) menyatakan bahwa untuk menganalisis taraf kesukaran soal, maka digunakan rumus yang dapat dilihat pada Perumusan 1.3.

$$TK = \frac{S_A + S_B}{n \cdot maks} \quad \dots(1.3)$$

Keterangan :

TK : Tingkat kesukaran

S_A : Jumlah skor kelas atas

S_B : Jumlah skor kelas bawah

n : Jumlah siswa kelompok atas dan kelompok bawah

maks : skor maksimum soal yang bersangkutan

Indeks yang digunakan pada tingkat kesukaran ini dapat dilihat pada Tabel 3.9

Tabel 3.9 Kriteria Kesukaran Soal

Besarnya Indeks Kesukaran Soal	Kriteria
0,00 - 0,30	Sukar
0,30 - 0,80	Sedang
0,80- 1,00	Mudah

(Son. 2019:46)

Dalam penelitian ini, kriteria tingkat kesukaran dari soal yang akan digunakan adalah soal dengan kriteria mudah, sedang dan sukar.

Berdasarkan hasil uji coba kriteria kesukaran soal, maka kriteria yang digunakan dalam penelitian ini, jika koefisien indeks tingkat kesukaran mencapai koefisien $0,40 > 1,00$. Adapun hasil perhitungan uji coba soal yang diperoleh, seperti disajikan dalam Tabel 3.10

Tabel 3.10 Hasil Perhitungan Tingkat Kesukaran

No Soal	TK	Keterangan
1.	0,80	Sedang
2.	0,75	Sedang
3.	0,75	Sedang

Berdasarkan hasil analisis tingkat kesukaran pada Tabel 3,10, dapat diketahui bahwa soal tes kemampuan pemecahan masalah siswa telah memenuhi kriteria untuk digunakan dalam penelitian.

d) Uji Reliabilitas Tes

Menurut Yusup, Febrianawati. (2018:19) menyatakan bahwa “reliabilitas instrumen dapat diuji dengan beberapa uji reliabilitas”. Adapun teknik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu teknik *internal consistency*. Teknik uji reliabilitas *internal consistency* yang peneliti gunakan yaitu teknik *Alpha Cronbach*. Uji coba dalam instrumen penelitian ini bertujuan untuk memperoleh suatu data estimasi koefisien reliabilitas instrumen. Reliabilitas soal merupakan ukuran yang menyatakan tingkat kekonsistenan suatu soal tes. Untuk mengukur soal, digunakan perhitungan metode *Alpha cronbach*. Reliabilitas instrumen dalam penelitian ini menunjuk pada pengertian apakah sebuah instrumen dapat mengukur sesuatu secara konsisten atau tidak dari waktu ke waktu. Adapun langkah-langkah mencari reliabilitas dengan menggunakan *Alpha Cronbach* dapat dilihat pada Perumusan 1.4.

$$r_{11} = \frac{n}{(n-1)} \left\{ 1 - \frac{\sum S_t^2}{S_t^2} \right\} \quad \dots (1.4)$$

Keterangan :

- r_{11} : Reliabilitas tes yang dicari
- n : Banyaknya soal
- $\sum S_t^2$: Jumlah varians skor tiap item
- S_t^2 : Varians total

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung varians item dan varians total, dapat dilihat pada Perumusan 1.5.

$$s_t^2 = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}}{N} \quad \dots (1.5)$$

Keterangan :

- s_t^2 : Varians total yang dicari
- N : Jumlah responden

X : Jumlah skor

$(\Sigma X)^2$: Jumlah kuadrat skor yang diperoleh siswa

ΣX^2 : Jumlah kuadrat skor yang diperoleh siswa

Nilai kriteria koefisien korelasi reliabilitas tes dapat dilihat pada

Tabel 3.11

Tabel 3.11 Kriteria Koefisien Korelasi Reliabilitas Tes

No.	Reliabilitas	Kategori
1.	$0,90 < r_{11} \leq 1,00$	Sangat tinggi
2.	$0,70 < r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
3.	$0,40 < r_{11} \leq 0,70$	Sedang
4.	$0,20 < r_{11} \leq 0,40$	Rendah
5.	$0,00 < r_{11} \leq 0,20$	Sangat rendah

Dari hasil perhitungan kriteria koefisien korelasi reliabilitas tes pada Tabel 3.11 semakin tinggi nilai koefisien reliabilitas, maka semakin tinggi pula reliabilitas tes tersebut. Butir soal yang digunakan pada penelitian ini jika kriteria koefisien reliabilitas yang digunakan peneliti yaitu $Alpha\ r_{11} > 0,40$. Sehingga, soal yang telah diuji cobakan dapat digunakan pada subjek pada waktu atau tempat yang berbeda.

Berdasarkan hasil uji coba soal di SMA Koperasi Pontianak, diperoleh nilai reliabilitas soal menggunakan rumus *Alpha cronbach* adalah 0,4620 dengan kriteria realibilitas sedang. Adapun rangkuman hasil perhitungan dari validitas butir soal, indeks kesukaran dan daya pembeda yang dapat digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12

Rangkuman Hasil Uji Coba Soal

No Soal	Validitas	Daya Pembeda	Indeks Kesukaran	Realibilitas	Keterangan
1	Tinggi	Sedang	Sedang	Sedang	Digunakan
2	Tinggi	Sedang	Sedang		Digunakan

3	Tinggi	Sedang	Sedang		Digunakan
---	--------	--------	--------	--	-----------

Dari hasil perhitungan pada Tabel 3.12 diatas, dapat disimpulkan bahwa soal nomor 1, 2, dan 3 layak digunakan dalam penelitian. Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B.

Tabel 3.13 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Tahap Kegiatan	Hari/Tanggal Pelaksanaan	Waktu Pelaksanaan
1.	Uji Coba Soal	Jumat, 17 Maret 2023	13.00-15.00 WIB
2.	Pelaksanaan Pembelajaran I model pembelajaran <i>Discovery Learning</i>	Selasa, 11 April 2023	15.10-16.20 WIB
3.	Pelaksanaan Pembelajaran I model pembelajaran <i>Project Based Learning</i>	Kamis, 13 April 2023	12.45-14.20 WIB
4.	Pelaksanaan Pembelajaran II model pembelajaran <i>Discovery Learning</i>	Selasa, 2 Mei 2023	15.10-16.20 WIB
5.	Pelaksanaan Pembelajaran II model pembelajaran <i>Project Based Learning</i>	Kamis, 4 Mei 2023	12.45-14.20 WIB
6.	Pemberian <i>Post-test</i>	Jumat, 5 Mei 2023	15.10-16.20 WIB

7. Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu tahap persiapan penelitian, tahap pelaksanaan dan tahap akhir yang dijabarkan sebagai berikut:

a. Tahap Persiapan Penelitian

- 1) Melakukan pra observasi kepada beberapa orang siswa di SMA Borneo Bengkayang, Kabupaten Bengkayang. Tes tersebut

dilakukan untuk mengetahui kemampuan pemecahan masalah siswa.

- 2) Menyusun desain penelitian.
- 3) Menyusun instrumen penelitian berupa RPP model *Project Based Learning* dan *Discovery Learning*, kisi-kisi, soal uji coba, kunci jawaban, dan pedoman penskoran keterampilan proses sains siswa.
- 4) Seminar desain penelitian.
- 5) Revisi desain penelitian berdasarkan hasil seminar
- 6) Validasi instrumen penelitian.
- 7) Revisi instrumen penelitian
- 8) Revisi instrumen penelitian berdasarkan komentar dan saran validator
- 9) Uji coba soal di kelas X SMA Koperasi Pontianak, Kecamatan Pontianak Barat, Kota Pontianak, Kalimantan Barat.
- 10) Revisi soal jika diperlukan

b. Tahap Pelaksanaan

- 1) Mengundi kelas yang akan diberi perlakuan antara kelas *Discovery Learning* dan kelas *Project Based Learning*.
- 2) Memberikan perlakuan yang berbeda terhadap 2 kelas sampel penelitian.
- 3) Memberikan LKS keterampilan proses sains
- 4) Memberikan tes akhir (*Posttest*) kemampuan pemecahan masalah

c. Tahap Akhir

- 1) Mengelola data hasil LKS model PJBL dan LKS model *Discovery Learning* sekaligus untuk menilai keterampilan proses sains dan hasil tes akhir (*posttest*) untuk menilai kemampuan pemecahan masalah siswa.
- 2) Membuat kesimpulan berdasarkan hasil dan pengolahan data.
- 3) Menyusun laporan hasil penelitian

8. Teknik Analisis Data

Pada penelitian kuantitatif, analisis data merupakan suatu metode atau teknik yang digunakan untuk mengolah sebuah data dari seluruh responden atau sumber data yang terkumpul menjadi informasi yang mudah dipahami dan diinterpretasikan (Sugiyono, 2021:206). Teknik Analisa data dalam penelitian ini adalah statistik deskriptif. Analisa data deskriptif dilakukan dengan menyajikan, mendeskripsikan serta mengkomunikasikan data mentah ke dalam bentuk tabel, serta gambar.

Teknik analisa data digunakan untuk menjawab rumusan masalah atau secara tidak langsung untuk menjawab hipotesis penelitian. Adapun langkah-langkah yang digunakan untuk mengolah data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

a. Untuk menjawab permasalahan pertama dan kedua yaitu untuk mengetahui kemampuan pemecahan masalah yang diberikan model *Project Based Learning* dan *Discovery Learning* pada siswa kelas X SMA Borneo Bengkayang, maka menggunakan statistik deskriptif untuk data kelompok dengan langkah sebagai berikut:

- 1) Memberi skor *posttest* siswa.
- 2) Menghitung nilai rata-rata dengan menggunakan rumus yang dapat dilihat pada Perumusan 1.6.

$$\text{Rumus : } \bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} \quad \dots(1.6)$$

Keterangan :

Σx : Jumlah skor siswa

\bar{x} : Skor rata-rata siswa

n : Banyak data

3) Menghitung standar deviasi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma(x-\bar{x})^2}{n}}$$

Keterangan:

SD : Standar deviasi

x : Skor siswa

\bar{x} : Skor rata-rata

n : Banyaknya data

4) Mengubah skor tersebut kedalam bentuk nilai

$$Skor\ Nilai = \frac{skor\ yang\ diperoleh\ siswa}{skor\ maksimum} \times 100 \quad \dots(1.7)$$

Dengan kriteria sebagai berikut:

81-100 : Sangat baik

70-89 : Baik

60-69 : Cukup

50-59 : Rendah

0-49 : Sangat rendah

b. Untuk menjawab permasalahan ketiga, yaitu untuk mengetahui perbedaan kemampuan pemecahan masalah antara siswa yang diberikan model *Project Based Learning* dan model *Discovery Learning* pada materi Ekologi kelas X SMA Borneo Bengkayang. Maka data akan dianalisis dengan menggunakan statistik inferensial. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1) Uji Prasyarat

a) Uji Normalitas

Uji normalitas yang dilakukan dalam penelitian ini digunakan untuk menguji normalitas data atau mengetahui apakah sampel penelitian pada populasi berdistribusi normal atau tidak, yang disajikan secara berkelompok menggunakan uji *Kolmogrov-Smirnov* dengan langkah-langkah pada Perumusan 1.8.

$$KD : 1,36 = \frac{n_1+n_2}{n_1n_2} \quad \dots(1.8)$$

Keterangan :

KD : Jumlah

n_1 : Jumlah sampel yang diperoleh

n_2 : Jumlah sampel yang diharapkan

Data yang diuji dapat dikatakan normal, apabila nilai signifikan pada normalitas data lebih besar 0,05 pada ($p > 0,05$).

Sebaliknya apabila nilai signifikan normalitas data lebih kecil dari 0,05 pada ($p < 0,05$), maka data dikatakan tidak normal.

b) Uji Homogenitas

(1) Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah populasi penelitian mempunyai variabel yang sama atau tidak. Untuk menguji homogenitas dapat dihitung dengan menggunakan uji-F (*Fisher*), dengan rumus, yang dapat dilihat pada Perumusan 1.9.

$$F_{hitung} = \frac{\text{varians terbesar}}{\text{varians terkecil}} \quad \dots(1.9)$$

(2) Menentukan nilai F_{hitung} dapat dilakukan dengan nilai F_{tabel} dengan db pembilang = n - 1 (varians terbesar) dan db penyebut n - 1 (varians terkecil) dengan $\alpha = 0,01$ c.

(3) Menentukan homogenitas dengan membandingkan nilai F_{hitung} dengan nilai F_{tabel} berdasarkan taraf kepercayaan 99%. Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima, yang berarti data berdistribusi homogen, dan jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak yang berarti data berdistribusi tidak homogen.

2) Setelah uji prasyarat dilakukan, selanjutnya dilakukan uji hipotesis. Berkaitan dengan variabel yang diajukan, terdapat dua hipotesis yang akan diuji dengan kriteria sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan keterampilan proses sains dan kemampuan pemecahan masalah siswa setelah diajarkan dengan model *Project Based Learning* dan model *Discovery Learning* dalam materi Ekologi kelas X SMA Borneo Bengkayang.

a) Jika data berdistribusi normal dan homogen, maka dilanjutkan dengan uji *t-test pooled varians* dengan rumus yang dapat dilihat pada Perumusan 1.11.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}} \quad \dots(1.11)$$

Keterangan :

n_1 : Jumlah kelompok 1

n_2 : Jumlah kelompok 2

S_1^2 : Varians kelompok 1

S_2^2 : Varians kelompok 2

\bar{X}_1 : Rata-rata nilai kelompok 1

\bar{X}_2 : Rata-rata nilai kelompok 2

Jika $\mu_1 = \mu_2$ maka H_0 diterima, dan jika $\mu_1 \neq \mu_2$ maka H_0 ditolak.

(Sugiyono, 2021:262-263)

- b) Jika kedua data berdistribusi normal, tapi variansnya tidak homogen, maka dilanjutkan dengan uji *t-test Separated varians* dengan rumus, yang dapat dilihat pada Perumusan 1.12.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad \dots(1.12)$$

Keterangan :

\bar{X}_1 : Rata-rata nilai kelompok 1

\bar{X}_2 : Rata-rata nilai kelompok 2

S_1^2 : Varians kelompok 1

S_2^2 : Varians kelompok 2

n_1 : Jumlah kelompok 1

n_2 : Jumlah kelompok 2

(Sugiyono, 2021:263)

- c) Jika data tidak berdistribusi normal, maka langkah selanjutnya menggunakan uji statistik non parametrik. Adapun uji statistik yang digunakan adalah uji *Mann-Whitney U-Test*, dengan perumusan 1.13.

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1-1)}{2} - R_1 \text{ atau} \quad \dots(1.13)$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{2(n_2+1)}{2} - R_2$$

Keterangan :

U_1 : Jumlah peringkat 1

U_2 : Jumlah peringkat 2

n_1 : Jumlah sampel 1

n_2 : Jumlah sampel 2

R_1 : Jumlah rangking pada sampel n_1

R_2 : Jumlah rangking pada sampel n_2

Diambil harga U yang terkecil. Harga U yang terkecil tersebut yang akan digunakan untuk pengujian dan membandingkan dengan U tabel.

- c. Untuk menjawab permasalahan keempat, yaitu untuk mengetahui perbedaan kemampuan pemecahan masalah antara siswa yang memiliki keterampilan proses sains tinggi, sedang, dan rendah pada materi Ekologi kelas X SMA Borneo Bengkayang, maka digunakan rumus, yang dapat dilihat pada Perumusan 1.14.

1) Analisis Keterampilan Proses Sains

- a) Menghitung nilai rata-rata dengan rumus sebagai berikut :

$$\bar{x}_{gab} = \frac{\sum x}{n} \quad \dots(1.14)$$

Pada persamaan diatas \bar{x}_{gab} merupakan nilai rata-rata gabungan, $\sum x$ merupakan jumlah semua nilai, N merupakan jumlah siswa.

- b) Menghitung Standar Deviasi dengan menggunakan rumus, yang dapat dilihat pada Perumusan 1.15.

$$Sd_{gab} = \sqrt{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \quad \dots(1.15)$$

Persamaan Sd_{gab} merupakan standar deviasi gabungan $(\sum x)^2$ merupakan jumlah dari setiap nilai yang dikuadratkan, $\frac{(\sum x)^2}{n}$ merupakan jumlah nilai dikuadratkan, N merupakan jumlah siswa.

- c) Menentukan nilai keterampilan proses sains dengan rumus :

$$\text{Nilai} : \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

- d) Menentukan kategori keterampilan proses sains siswa dengan skala pengukuran yang dikategorikan, dapat dilihat pada Tabel 3.14 :

Tabel 3.14

Kategori Keterampilan Proses Sains

No	Skor	Kriteria
1	≤45	Kurang
2	46-65	Cukup
3	66-85	Baik
4	86-100	Sangat Baik

(Mardianah, 2020:57)

- d. Untuk menjawab masalah kelima digunakan metode statistik inferensial yaitu Anava dua jalan dengan sel tak sama. Sebelum dilakukan pengujian hipotesis terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat anava yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Dalam penelitian ini uji normalitas dan uji homogenitas varians menggunakan SPSS 25. Sebelum dilakukan uji statistik inferensial terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat analisis, sebagai berikut:

1) Uji Prasyarat

- a) Uji Normalitas

Uji normalitas adalah pengujian data skor kelas eksperimen satu yaitu kelas yang diajarkan dengan menggunakan model *Project Based Learning* dan kelas eksperimen dua yaitu kelas yang diajarkan dengan model *Discovery Learning*. Uji normalitas ini digunakan untuk mengetahui apakah sampel penelitian ini dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak.

Untuk menguji normalitas populasi dengan menggunakan uji *Kolmogrov-Smirnov*.

Adapun langkah-langkah uji normalitas dengan metode *Kolmogrov-Smirnov*, adalah sebagai berikut.

(1) Hipotesis

H_a : Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

H_0 : Sampel tidak berasal dari populasi yang berdistribusi normal

(2) Taraf Signifikan $\alpha = 0,05$

(1) Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal, jika H_0 diterima

(2) Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal, jika H_0 ditolak.

(3) Statistik Uji

$$K = \text{Maks } |ft - fs| \quad \dots(1.16)$$

Dengan :

$$Z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s} \quad \dots(1.17)$$

$$F(z_i) = P (Z \leq z_i); Z - N (0,1) \quad \dots(1.18)$$

$$S(z_i) = \text{porposi cach } z \leq z_i, \text{ terhadap seluruh } z_i$$

(4) Daerah Kritik

$$DK = \{K/K > K \alpha; n\} \text{ dengan } n \text{ adalah ukuran sampel}$$

(5) Keputusan Uji

H_0 ditolak jika L berada di daerah kritis.

b) Uji Homogenitas

Uji homogenitas yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan uji F dari *Barlett*. Uji F (*Fisher*) dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui apakah populasi penelitian mempunyai variansi yang sama atau tidak. Adapun langkah-langkah uji F (*Fisher*), adalah sebagai berikut.

(1) Hipotesis

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \text{ (semua variansi sama)}$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \text{ (tidak semua variansi sama)}$$

(2) Taraf signifikan (α) = 0,05

(3) Statistik uji yang digunakan

$$F_{hitung} = \frac{\text{Varians terbesar}}{\text{Varians terkecil}}$$

(4) Daerah kritik

$$DK = \{F_{hitung} | F_{hitung} > F(\alpha)\}$$

(5) Keputusan uji

$$H_0 \text{ diterima jika } F_{hitung} \notin DK$$

$$H_0 \text{ ditolak jika } F_{hitung} \in DK$$

(6) Kesimpulan

Jika H_0 diterima, maka variansi dari populasi tersebut sama (homogen)

Jika H_0 ditolak, maka variansi dari populasi tersebut tidak sama (tidak homogen)

Sedangkan langkah-langkah uji Barlet, adalah sebagai berikut.

(1) Hipotesis

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \dots = \sigma_k^2 \text{ (semua variansi sama)}$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2 \neq \dots \neq \sigma_k^2 \text{ (tidak semua variansi sama)}$$

(2) Taraf signifikan (α) = 0,05

(3) Statistik uji yang digunakan

$$X^2 = \frac{2.303}{c} \left| f \cdot \log RKG - \sum f_i \log s_j^2 \right|$$

(4) Daerah kritik

$$DK = \{X^2 | X^2 > X^2, \alpha; k - 1\}$$

(5) Keputusan uji

$$H_0 \text{ diterima, jika } X^2 \notin DK$$

$$H_0 \text{ ditolak, jika } X^2 \in DK$$

(6) Kesimpulan

Jika H_0 diterima, maka variansi dari populasi tersebut sama (homogen)

Jika H_0 ditolak, maka variansi dari populasi tersebut tidak sama (tidak homogen)

c) Uji Keseimbangan

Uji keseimbangan dalam penelitian ini, dilakukan untuk mengetahui apakah kedua kelompok sampel dalam keadaan seimbang atau tidak, sebelum kedua kelompok sampel tersebut mendapat perlakuan. Untuk uji keseimbangan, statistik uji yang digunakan adalah dengan uji- t . Adapun langkah-langkah uji keseimbangan dengan statistik uji- t , dapat diuraikan sebagai berikut.

(1) Hipotesis

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ (siswa pada kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2 memiliki rerata yang sama)

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ (siswa pada kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2 memiliki rerata yang berbeda)

(2) Taraf signifikan (α) = 0,05

(3) Statistik uji yang digunakan

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \sim t(n_1 + n_2 - 2)$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Dengan :

t : harga statistik yang diuji $t \sim t(n_1 + n_2 - 2)$

\bar{X}_1 : rata-rata kelas eksperimen 1

\bar{X}_2 : rata-rata kelas eksperimen 2

S_1^2 : variansi dari kelas eksperimen 1

S_2^2 : variansi dari kelas eksperimen 2

n_1 : banyaknya siswa kelas eksperimen 1

n_2 : banyaknya siswa kelas ekseprimen 2

S_p^2 : variansi gabungan

S_p : standar deviasi

(4) Daerah kritik

$$DK = \{t | t < t_{\frac{\alpha}{2}; n_1+n_2-2} \text{ atau } t > - < t_{\frac{\alpha}{2}; n_1+n_2-2}\}$$

(5) Keputusan uji

H_0 diterima, jika $t \notin DK$

H_0 ditolak, jika $t \in DK$

(6) Kesimpulan

Jika H_0 diterima, maka kedua sampel memiliki kemampuan awal yang sama.

Jika H_0 ditolak, maka kedua sampel memiliki kemampuan awal yang berbeda.

2) Uji Analisis Variansi Dua Jalan dengan Sel Tak Sama

Jika data berdistribusi normal dan homogenitas maka dilakukan analisis menggunakan statistik parametrik. Statistik parametrik yang digunakan adalah analisis variansi 2 x 3 yang dimaksud dengan anava dua jalan dengan sel tak sama adalah frekuensi masing-masing sel tak sama. Dalam penelitian ini untuk menganalisis data digunakan model analisis variansi dua jalan dengan sel tak sama adalah sebagai berikut:

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk} \quad \dots(1.22)$$

Keterangan :

X_{ijk} : Data (nilai) ke-k pada baris ke-1 dan kolom ke-j

μ : Rerata dari seluruh data (rerata besar, grand mean)

α_i : $\mu_i - \mu$ = efek baris ke-i pada variabel terikat

β_j : $\mu_j - \mu$ = efek kolom ke-j pada variabel terikat.

$(\alpha\beta)_{ij}$: $\mu_{ij} - (\mu + \alpha_i + \beta_j)$ = interaksi baris ke-I dan kolom ke-j pada variabel terikat.

ϵ_{ijk} : Deviasi data X_{ijk} terhadap rerata populasi (μ_{ij}) yang berdistribusi normal dengan rerata 0.

Prosedur dalam pengujian dengan menggunakan analisis varians dua jalan dengan sel tak sama, yaitu sebagai berikut:

(1) Hipotesis

Misalnya baris menyatakan variabel (faktor A) model pembelajaran mempunyai nilai a_1, a_2 dan kolom menyatakan variabel (faktor B) keterampilan proses sains yang mempunyai nilai b_1, b_2, b_3 . Maka terdapat tiga pasang hipotesis yang dapat diuji dengan anava dua jalan, yaitu:

- (a) $H_{0A} : \alpha_i = 0$ untuk setiap $i = 1, 2, \dots, p$
 $H_{1A} : \text{Paling sedikit ada satu } \alpha_j \text{ yang tidak nol}$
- (b) $H_{0B} : \alpha_j = 0$ untuk setiap $j = 1, 2, 3, \dots, q$
 $H_{1B} : \text{Paling sedikit ada satu } \beta_1 \text{ yang tidak nol.}$
- (c) $H_{0AB} : (\alpha\beta)_{ij} = 0$ untuk setiap $i = 1, 2, \dots, p$ dan $j = 1, 2, \dots, q$.
 $H_{1AB} : \text{Paling sedikit ada satu } (\alpha\beta)_{ij} \text{ yang tidak nol.}$

(2) Komputasi

Untuk memudahkan perhitungan, maka diberikan besaran-besaran formula praktis sebagai berikut:

(a) Komponen Jumlah Kuadrat

- (1) $= \frac{G^2}{pq}$
- (2) $= \sum_{ij} SS_{ij}$
- (3) $= \sum_i \frac{A_i^2}{p}$
- (4) $= \sum_j \frac{B_j^2}{q}$
- (5) $= \sum_{i,j} \overline{AB}_{ij}^2$

(b) Jumlah Kuadrat (JK)

- JKA $= n_k \{(3) - (1)\}$
- JKB $= n_k \{(4) - (1)\}$
- JKAB $= n_k \{(1) + (5) - (3) - (4)\}$
- JKG $= (2)$

$$JKT = JKA + JKB + JKAB + JKG$$

(c) Derajat Kebebasan (dk)

$$dkA = p - 1$$

$$dkB = q - 1$$

$$dkAB = (p - 1)(q - 1)$$

$$dkG = N - pq$$

$$dkT = N - 1$$

(d) Rerata Kuadrat (RK)

$$RKA = \frac{JKA}{dkA}$$

$$RKB = \frac{JKB}{dkB}$$

$$RKAB = \frac{JKAB}{dkAB}$$

$$RKG = \frac{JKG}{dkG}$$

(3) Statistik Uji yang digunakan

(a) Untuk H_{0A} adalah $F_a = \frac{RKA}{RKG}$ yang merupakan nilai dari variabel random yang berdistribusi F dengan derajat kebebasan p-1 dan N-pq

(b) Untuk H_{0B} adalah $F_b = \frac{RKB}{RKG}$ yang merupakan nilai dari variabel random yang berdistribusi F dengan derajat kebebasan q-1 dan N-pq

(c) Untuk H_{0AB} adalah $F_{ab} = \frac{RKAB}{RKG}$ yang merupakan nilai dari variabel random yang berdistribusi F dengan derajat kebebasan (p-1)(q-1) dan N-pq

(4) Daerah Kritis

Untuk masing-masing nilai F, daerah kritisnya adalah ;

(a) Daerah kritis untuk F_a adalah $DK = \left\{ \frac{F}{F} > F_{\alpha; p-1, N-pq} \right\}$

(b) Daerah kritis untuk F_b adalah $DK = \left\{ \frac{F}{F} > F_{\alpha; q-1, N-pq} \right\}$

(c) Daerah kritis untuk F_{ab} adalah $DK = \left\{ F/F > F_{\alpha; (p-q)(q-1), N-pq} \right\}$

(5) Rangkuman Analisis

Tabel 3.15

Rangkuman Analisis Variansi Dua Jalan Sel Tak Sama

Sumber Variansi	JK	DK	RK	F_{obs}	F_a	P
Baris (A)	JKA	p-1	RKA	F_a	F^*	$< \alpha$ atau $> \alpha$
Kolom (B)	JKB	q-1	RKB	F_b	F^*	$< \alpha$ atau $> \alpha$
Interaksi (AB)	JKAB	(p-1)(q-1)	RKAB	F_{ab}	F^*	$< \alpha$ atau $> \alpha$
Galat (G)	JKG	N-pq	RKG	-	-	-
Total	JKT	N-1	-	-	-	-

(6) Keputusan Uji

(a) H_{0A} ditolak, apabila $F_a \in DK$

(b) H_{0B} ditolak, apabila $F_b \in DK$

(c) H_{0AB} ditolak, apabila $F_{ab} \in DK$

(7) Kesimpulan

(a) Jika H_{0A} ditolak artinya model *Project Based Learning* dan model *Discovery Learning* memberikan perbedaan terhadap kemampuan pemecahan masalah, dan sebaliknya apabila H_{0A} diterima.

(b) Jika H_{0B} ditolak artinya keterampilan proses sains tinggi, sedang, dan rendah memberikan perbedaan terhadap kemampuan pemecahan masalah dan sebaliknya jika H_{0B} diterima.

(c) Jika H_{0AB} ditolak artinya ada interaksi antara model pembelajaran *Project Based Learning* terhadap keterampilan proses sains siswa, dan sebaliknya apabila H_{0AB} diterima.

3) Uji Komparasi Ganda dengan Metode *Scheffe*

Uji komparasi ganda dengan metode *Scheffe*, merupakan uji tindak lanjut dari analisis variansi, apabila hasil analisis variansi menunjukkan bahwa hipotesis nol ditolak. Adapun langkah-langkah uji komparasi ganda dengan metode *Scheffe*, adalah sebagai berikut:

- (1) Mengidentifikasi pasangan yang akan diuji rerata
- (2) Menentukan hipotesis yang bersesuaian dengan komparasi tersebut
- (3) Menentukan taraf signifikan ($\alpha = 0,05$)
- (4) Mencari harga statistik

Untuk mencari harga statistik uji F (*Fisher*), dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

- (a) Komparasi rerata antar baris

Hipotesis nol yang diuji pada komparasi rerata antar baris adalah : $H_0 : \mu_i = \mu_j$

Uji *Scheffe*, untuk komparasi rerata antar baris adalah sebagai berikut :

$$F_{i-j} = \frac{(\bar{X}_i - \bar{X}_j)^2}{RKG \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

Dengan :

F_{i-j} : nilai F_{obs} pada perbandingan baris ke-i dan baris ke-j

\bar{X}_1 : rerata baris ke-i

\bar{X}_2 : rerata baris ke-j

RKG : rerata kuadrat galat

n_i : ukuran sampel baris ke-i

n_2 : ukuran sampel baris ke-j

Daerah kritis untuk uji tersebut, adalah sebagai berikut:

$$DK = \{F | F > (p - 1)F_{\alpha; p-1, N-pq}\}$$

- (b) Komparasi rerata antar kolom

Hipotesis nol yang diuji pada komparasi rerata antar kolom adalah : $H_0 : \mu_i = \mu_j$

Uji *Scheffe*, untuk komparasi rerata antar kolom adalah sebagai berikut:

$$F_{i-j} = \frac{(\bar{X}_i - \bar{X}_j)^2}{RKG \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

Dengan :

F_{i-j} : nilai F_{obs} pada perbandingan baris ke-i dan baris ke-j

\bar{X}_1 : rerata kolom ke-i

\bar{X}_2 : rerata kolom ke-j

RKG : rerata kuadrat galat

n_i : ukuran sampel kolom ke-i

n_2 : ukuran sampel kolom ke-j

Daerah kritis untuk uji tersebut, adalah sebagai berikut:

$$DK = \{F | F > (p - 1)F_{\alpha; p-1, N-pq}\}$$

(c) Komparasi rerata antar sel pada kolom yang sama

Hipotesis nol yang diuji pada komparasi rerata antar sel pada kolom yang sama adalah : $H_0 : \mu_{ij} = \mu_{kj}$

Uji *Scheffe*, untuk komparasi rerata antar kolom adalah sebagai berikut :

$$F_{ij-kj} = \frac{(\bar{X}_{ij} - \bar{X}_{kj})^2}{RKG \left(\frac{1}{n_{ij}} + \frac{1}{n_{kj}} \right)}$$

Dengan :

F_{ij-kj} : nilai F_{obs} pada perbandingan baris ke-ij dan baris ke-kj

\bar{X}_{ij} : rerata pada sel ke-ij

\bar{X}_{kj} : rerata pada sel ke-kj

RKG : rerata kuadrat galat

n_{ij} : ukuran pada sel ke-ij

n_{kj} : ukuran pada sel ke-kj

Daerah kritis untuk uji tersebut, adalah sebagai berikut :

$$DK = \{F|F > (pq - 1)F_{\alpha;pq-1,N-pq}\}$$

(d) Komparasi rerata antar sel pada baris yang sama

Hipotesis nol yang diuji pada komparasi rerata antar sel pada kolom yang sama adalah : $H_0 : \mu_{ij} = \mu_{ik}$

Uji *Scheffe*, untuk komparasi rerata antar kolom adalah sebagai berikut :

$$F_{ij-ik} = \frac{(\bar{X}_{ij} - \bar{X}_{ik})^2}{RKG \left(\frac{1}{n_{ij}} + \frac{1}{n_{ik}} \right)}$$

Dengan :

F_{ij-ik} : nilai F_{obs} pada perbandingan baris ke-ij dan baris ke-ik

\bar{X}_{ij} : rerata pada sel ke-ij

\bar{X}_{ik} : rerata pada sel ke-ik

RKG : rerata kuadrat galat

n_{ij} : ukuran pada sel ke-ij

n_{ik} : ukuran pada sel ke-ik

Daerah kritis untuk uji tersebut, adalah sebagai berikut :

$$DK = \{F|F > (pq - 1)F_{\alpha;pq-1,N-pq}\}$$