

**PEMANFAATAN LIMBAH HASIL FERMENTASI BIJI KAKAO UNTUK
PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING* TITRASI
ASAM BASA DI SMA NEGERI 2 BANDAR DUA**

SKRIPSI

Diajukan oleh :

**RUHUL AFLAH
NIM. 200208020**

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Kimia**



**PRODI STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2024 M/1446 H**

**PEMANFAATAN LIMBAH HASIL FERMENTASI BIJI KAKAO UNTUK
PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING* TITRASI
ASAM BASA DI SMA NEGERI 2 BANDAR DUA**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Dalam Ilmu Pendidikan Kimia

Oleh

RUHUL AFLAH
NIM. 200208020

**Mahasiswa didik Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan
Prodi Pendidikan Kimia**

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

Disetujui oleh :

Pembimbing



Ir Anna Emda, M.Pd.
NIP. 196807091991012002

**PEMANFAATAN LIMBAH HASIL FERMENTASI BLI KAKAO UNTUK
PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING* TITRASI
ASAM BASA DI SMA NEGERI 2 BANDAR DUA**

SKRIPSI

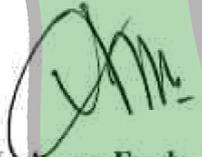
Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Pendidikan Kimia

Pada Hari/Tanggal : Jum'at, 16 Agustus 2024
11 Safar 1446 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,

Sekretaris,


Ir Amna Emda, M.Pd.
NIP. 196807091991012002


Muhammad Reza, M.Si.
NIP. 199402122020121015

Penguji I,

Penguji II,


Safrijal, S.Pd.I., M.Pd.
NIP. 198803042023211020


Adean Mayasri, M.Sc.
NIP. 199203122018012002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Darussalam banda Aceh




Prof. Saiful Muflik, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D
NIP. 197401021997031003 

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ruhul Aflah
Nim : 200208020
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan / Pendidikan Kimia
Judul : Pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao
untuk

model pembelajaran *Project Based Learning* pada materi titrasi asam basa di SMA Negeri 2 Bandar Dua

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah/karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumber asli tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya tulis saya dan telah melalui pembuktian yang dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berada di fakultas Tarbiyah dan keguruan UIN ar-raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa pemaksaan dari pihak manapun.

A R - R A N I R Y

Banda Aceh, 5 Agustus 2024

Yang Menyatakan

Ruhul Aflah
Nim. 200208020



ABSTRAK

Nama : Ruhul Aflah
Nim : 200208020
Fakultas/ Prodi : Tarbiyah dan Keguruan / Pendidikan Kimia
Judul : Pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao untuk model pembelajaran *Project Based Learning* pada materi titrasi asam basa di SMA Negeri 2 Bandar Dua
Tebal Skripsi : 137
Pembimbing : Ir Amna Emda, M.Pd
Kata Kunci : Limbah pulp biji kakao, *Project Based Learning*, titrasi asam basa

Latar belakang penelitian pembelajaran pada materi titrasi asam basa belum pernah melakukan praktikum dan pembelajaran yang melibatkan lingkungan. Selain itu, pada materi ini hasil belajar peserta didik belum memenuhi KKM. Berdasarkan hal tersebut, maka peneliti menggunakan limbah hasil fermentasi biji kakao sebagai bahan praktikum titrasi asam basa dengan menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning*. Penelitian ini bertujuan untuk melihat hasil belajar peserta didik, aktivitas belajar peserta didik dan respon peserta didik. Proses pengambilan sampel menggunakan teknik sampling jenuh yaitu mengambil sampel dari keseluruhan populasi. Sampel penelitian ini adalah peserta didik kelas XI Mia sebanyak 20 orang. Instrumen pengumpulan data menggunakan soal tes pilihan ganda, lembar observasi aktivitas, dan angket respon. Data hasil tes dianalisis menggunakan uji N-Gain, Uji Normalitas dan Uji *paired sample t-test*. Nilai rata-rata N-Gain yang diperoleh adalah 0,70 dengan kategori tinggi. Selanjutnya persentase yang didapatkan adalah 70,056 dengan kategori cukup efektif. Hasil uji *paired sample t-test Sig. (2-tailed)* $0,000 < 0,05$ terdapat perbedaan yang signifikan. Hasil hasil observasi aktivitas 90,06% dan respon peserta didik 92,06%, sehingga pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao dengan model pembelajaran *Project Based Learning* dapat digunakan dalam pembelajaran kimia materi titrasi asam basa di SMA Negeri 2 Bandar Dua.

KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur hanya milik Allah Ta'ala yang telah memberikan nikmat serta rahmat yang tidak terhingga. Sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini. Shalawat besertakan salam kepada baginda Nabi Muhammad SAW. Beserta keluarga yang telah membawa umat manusia dalam menggapai ilmu pengetahuan hingga sampai pada era milenial seperti saat ini.

Alhamdulillah berkat petunjuk dan anugerah yang Allah SWT berikan kepada penulis hingga penulis mengajukan judul skripsi yaitu **“Pemanfaatan Limbah Hasil Fermentasi Biji Kakao Untuk Pembelajaran *Project Based Learning* Titrasi Asam Basa Di SMA Negeri 2 Bandar Dua”** yang ditulis sebagai persyaratan utama untuk mendapatkan gelar Sarjana Starta-1.

Dalam kesempatan ini juga penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Safrul Muluk, S.Ag, MA., M.Ed., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Bapak Wakil Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry yang telah memberikan izin kepada penulis untuk mengajukan judul penelitian ini.
2. Ibu Sabarni, M.Pd Selaku ketua Program Studi Pendidikan Kimia beserta bapak Teuku Badlisyah, M.Pd selaku sekretaris Program Studi Pendidikan Kimia beserta seluruh staf dan jajarannya.

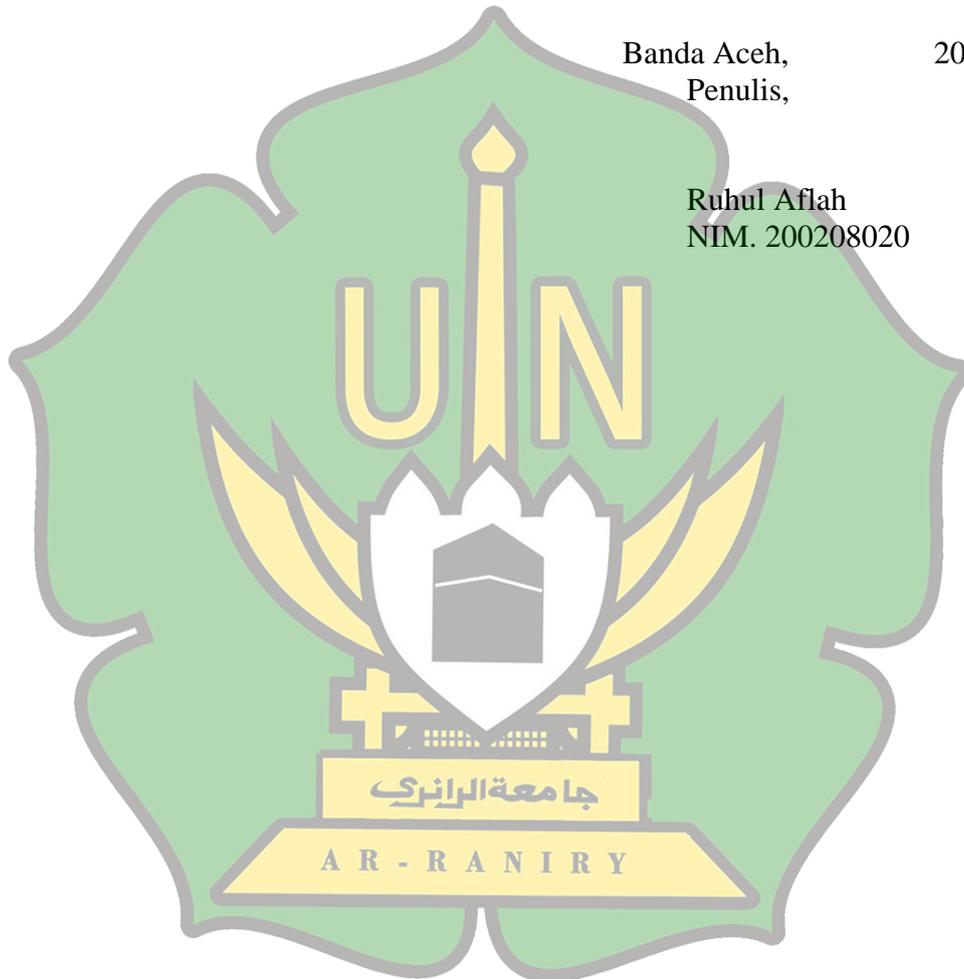
3. Ibu Ir Amna Emda, M.Pd selaku pembimbing, yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran, tenaga serta semangat dan nasehat kepada penulis sehingga penulis mampu mengajukan judul penelitian ini.
 4. Bapak/Ibu dosen Prodi Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry, yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
 5. Bapak Muhammad Reza, M.Si. selaku Penasehat Akademik (PA) yang telah memberikan masukan serta nasehat dan bimbingan terkait dunia perkuliahan.
 6. Bapak kepala sekolah SMA Negeri 2 Bandar Dua dan Ibu Nurma, S.Pd selaku guru bidang studi kimia, yang telah mengizinkan peneliti melakukan penelitian dalam proses pengumpulan data, sehingga dapat terwujud penelitian skripsi ini.
 7. Teristimewa Ayahanda Idris Mahmud, Ibunda Fakriati, Kakak dan adik (Nurmawaddah, Nurul Faizah, Muhammad Ryan, Muammar Yaziz dan Siti Fatimah Zuhra) yang telah memberikan doa, ridha, keberkahan, dukungan material dan kasih sayang, serta nasehat yang tiada henti untuk setiap langkah penulis.
 8. Sahabat dan teman-teman khususnya kepada teman-teman angkatan 2020 Pendidikan Kimia yang selalu menemani dari awal masuk perkuliahan hingga saat ini yang namanya tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
- Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Untuk itu penulis mengharapkan masukan dan kritikan yang bersifat

membangun demi penyempurnaan untuk selanjutnya. Akhirnya kepada Allah kita meminta pertolongan mudah-mudahan kita semua mendapatkan syarat-nya. Amin ya rabbal ‘alamiin.

Banda Aceh,
Penulis,

2024

Ruhul Aflah
NIM. 200208020



DAFTAR ISI

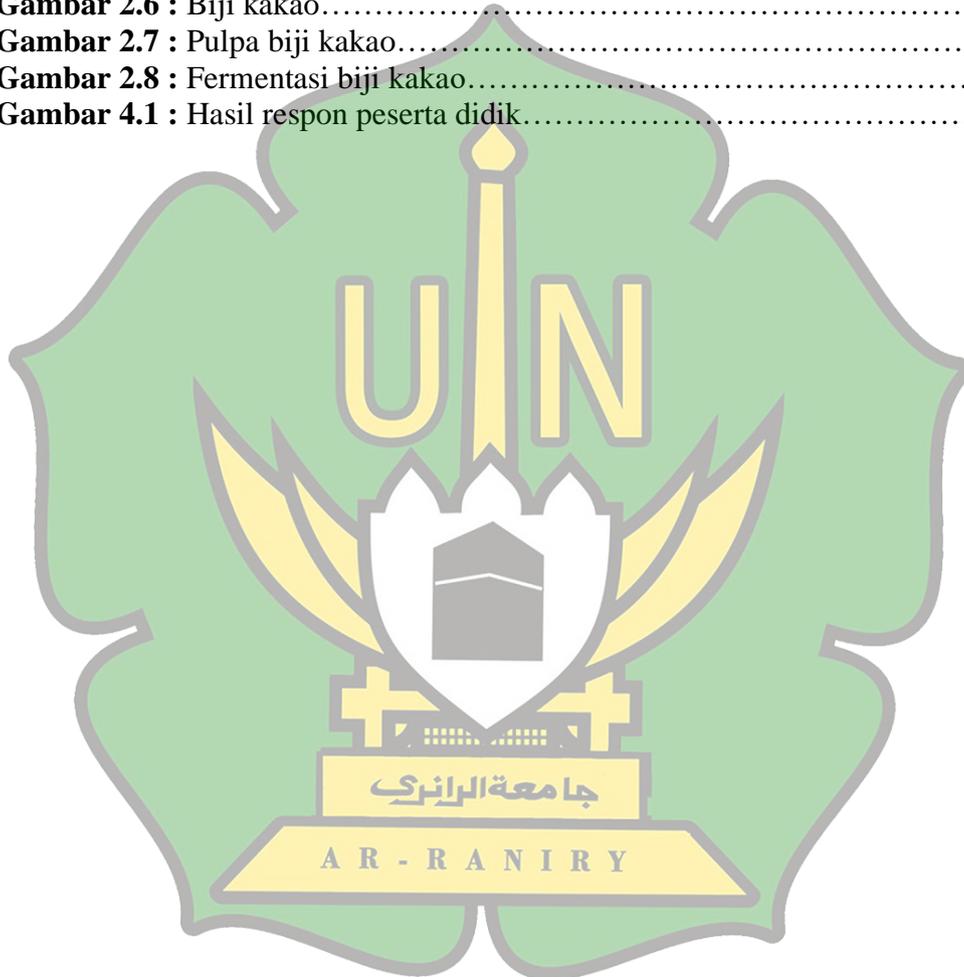
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SIDANG.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	7
C. Tujuan Penelitian.....	7
D. Manfaat Penelitian.....	8
E. Definisi Operasional.....	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	12
A. Limbah Industri.....	12
B. Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	14
C. Fermentasi Biji Kakao.....	22
D. Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL).....	27
E. Titrasi Asam Basa.....	35
F. Penentuan Kadar Asam Asetat.....	41
G. Penelitian yang Relevan.....	43
BAB III METODE PENELITIAN.....	47
A. Rancangan Penelitian.....	47
B. Tempat dan Subjek Penelitian.....	48
C. Teknik Pengumpulan Data.....	49
D. Instrumen Pengumpulan Data.....	50
E. Instrumen Pembelajaran.....	52
F. Teknik Analisis Data.....	53
BAB IV HASIL PENELITIAN.....	58
A. Hasil Penelitian.....	58
B. Pembahasan.....	66

BAB V PENUTUP	73
A. Kesimpulan.....	73
B. Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN-LAMPIRAN	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Akar kakao.....	16
Gambar 2.2 : Batang kakao.....	16
Gambar 2.3 : Daun kakao.....	17
Gambar 2.4 : Bunga kakao.....	18
Gambar 2.5 : Buah kakao.....	18
Gambar 2.6 : Biji kakao.....	19
Gambar 2.7 : Pulpa biji kakao.....	20
Gambar 2.8 : Fermentasi biji kakao.....	26
Gambar 4.1 : Hasil respon peserta didik.....	65



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Indikator Asam Basa.....	41
Tabel 3.1 : <i>One Group Pretest-Posttest Design</i>	47
Tabel 3.2 : Kriteria <i>N-Gain Score</i>	54
Tabel 3.3 : Kriteria penentuan tingkat keefektifan.....	54
Tabel 3.4 : Tabel Klasifikasi	56
Tabel 3.5 : Kriteria Persentase Respon Peserta Didik.....	57
Tabel 4.1 : Data Hasil <i>Pretest</i> Dan <i>Posttest</i> Peserta Didik.....	58
Tabel 4.2 : Data Hasil <i>N-Gain</i> Peserta Didik.....	59
Tabel 4.3 : Hasil Uji Persentase <i>N-Gain Score</i>	60
Tabel 4.4 : Hasil Uji Normalitas Data.....	60
Tabel 4.5 : Hasil Uji Homogenitas Data.....	61
Tabel 4.6 : Intrepestasi Tabel <i>Output “Paired Sample Statistic”</i>	61
Tabel 4.7 : Hasil Observasi Aktivitas Peserta Didik.....	62
Tabel 4.8 : Hasil Respon Peserta Didik Di SMA Negeri 2 Bandar Dua.....	64



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	: SK Tentang Pengangkatan Pembimbing Skripsi.....	82
Lampiran 2	: Surat Penelitian dari Fakultas Tarbiyah dan Keguruan.....	83
Lampiran 3	: Surat Telah Melakukan Penelitian dari Sekolah	84
Lampiran 4	: Modul Ajar Titrasi Asam Basa	85
Lampiran 5	: LKPD Titrasi Asam Basa	97
Lampiran 6	: Kisi-Kisi Soal Pretest dan Posttest.....	107
Lampiran 7	: Soal Pretest dan Posttest.....	113
Lampiran 8	: Lembar Observasi Aktivitas Peserta Didik	119
Lampiran 9	: Lembar Angket Respon Peserta Didik.....	122
Lampiran 10	: Data SPSS.....	125
Lampiran 11	: Foto Dokumentasi Penelitian.....	127
Lampiran 12	: Riwayat Hidup Penulis.....	129



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Ilmu kimia merupakan ilmu yang berlandaskan praktikum. Pembelajaran kimia lebih menekankan tentang teori dan praktikum, tanpa adanya praktikum pembelajaran kimia dinyatakan kurang efektif.¹ Praktikum merupakan bentuk pembelajaran yang membutuhkan peran aktif peserta didik dalam memecahkan masalah melalui percobaan yang dilakukan sesuai dengan teori yang diperoleh selama pembelajaran di kelas. Melalui kegiatan praktikum ini, peserta didik diharapkan dapat memperoleh pengalaman langsung dalam proses pembelajaran.²

Salah satu materi kimia yang jarang dilakukan praktikum adalah titrasi asam basa. Dilihat dari kehidupan sehari-hari peserta didik, materi ini dapat diterapkan dalam proses pembelajaran yang bersifat kontekstual dengan melibatkan kehidupan sehari-hari peserta didik sebagai bahan utama pembelajaran, sehingga diharapkan mampu membuat peserta didik meningkatkan pemahaman teori, menumbuhkan minat, motivasi dan aktivitas, serta melatih keterampilan. Salah satu bahan yang dapat digunakan dalam praktikum titrasi asam basa adalah kakao (*Theobroma cacao L.*) yang merupakan salah satu tumbuhan yang banyak ditemui disekitar sekolah di pidie jaya. Mayoritas penduduk Pidie Jaya merupakan petani coklat yang

¹ Ayu Rizki Mujiyanti, Aliefman Hakim, dan Saprizal Hadisaputra, "Pengembangan Modul Praktikum Generik Sains Kimia Bahan Alam : Isolasi Asam Anakardat Dari Kulit Biji Jambu Mete". *Chemistry Education Practice*. Vol 3, No. 2, 2020, h. 92

² Baiq Fara Dwirani Sofia, Aliefman Hakim, dan Aenun Safitri, "Pengembangan modul praktikum kimia bahan alam berbasis generic sains: isolasi kafein dari bubuk kopi". *Chemistry education practice*. Vol 3, No. 1, 2020, h. 48

rata-rata hasil panennya didistribusikan ke industri coklat untuk diolah menjadi berbagai macam produk³. Menurut pusat informasi Kabupaten Pidie Jaya, jumlah produksi kakao di Pidie Jaya pada tahun 2020 sebanyak 7.018,4 ton, meningkat dari tahun sebelumnya 6.990,4 ton.

Kakao (*Theobroma cacao L.*) merupakan salah satu sumber daya yang jumlahnya melimpah di alam, Selain dimanfaatkan untuk bahan baku pembuatan coklat, ternyata kakao juga bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Kakao mengandung flavonoid, termasuk katekin, epikatekin, dan procyanidin yang berfungsi sebagai antioksidan, efek antioksidan yang terdapat dalam kakao dapat mengurangi risiko diabetes⁴. Pengolahan kakao dilakukan dengan memproses buah kakao menjadi kakao kering yang dapat menghasilkan karakteristik khas biji kakao, terutama untuk aroma dan cita rasa. Pengaruh paling dominan terhadap hasil dari pengolahan biji kakao adalah fermentasi. Fermentasi bertujuan untuk mematikan biji sehingga mudah terjadinya perubahan didalam biji. Selain itu, fermentasi dilakukan juga untuk melepaskan pulpa. Pulpa merupakan jaringan berlendir yang melekat pada biji kakao⁵.

Cairan pulpa yang dihasilkan selama proses fermentasi biji kakao mengandung asam asetat, asam laktat, dan alkohol yang terbentuk dari fermentasi

³ Evi Nora, "Analisis Perbandingan Pendapatan Petani Kakao Dipidie Jaya Ditinjau Dari Maqashid Syariah : Studi Kasus Petani Yang Menjual Kakao Ke Socolatte Dan Petani Yang Menjual Keluar Socolatte", *Skripsi*, Banda Aceh : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, 2019, h.

⁴ David L. Katz, Kim Doughty, dan Ather Ali. "Cacao and Chocolate in Human Health and Disease". *Antioxid Redox Signal*. 2011. 15(10), hlm 2779-2811

⁵ Yuke Rasadi, "Karakteristik Fisik Dan Kimia Biji Kakao (*Theobroma Cacao L*) Hasil Fermentasi Variasi Wadah Kotak Kayi, Krat Plastic dan Daun Pisang Di Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao Indonesia", *Skripsi*, Banda Aceh : Universitas Jember, 2015, h.34

gula pada pulp biji kakao. Terdapat 25-30% pulpa dari berat biji kakao yang diantaranya mengandung kadar gula yang relatif tinggi yaitu sekitar 10-13% dan menghasilkan cairan pulpa 15-20% dari berat biji yang difermentasi yang sering disebut dengan limbah hasil fermentasi biji kakao. Asam asetat yang terkandung dalam pulpa biji kakao dapat dimurnikan menjadi cuka makanan. Selain itu, limbah hasil fermentasi biji kakao ini juga dapat ditentukan kadar asam asetatnya menggunakan metode titrimetri yaitu titrasi asam basa yang konsep perhitungan dan analisisnya dipelajari dalam salah satu materi kimia di Sekolah Menengah Atas. Sehingga pulpa hasil fermentasi kakao dapat dimanfaatkan oleh guru sebagai bahan praktikum kimia di laboratorium sekolah.

Limbah hasil fermentasi biji kakao merupakan bahan alami yang dapat dimanfaatkan guru untuk melakukan praktikum dilaboratorium. Limbah pulpa biji kakao dapat digunakan guru untuk menerapkan pembelajaran secara konstektual sehingga dapat menarik minat peserta didik untuk mempelajari kimia pada materi titrasi asam basa dan membuat peserta didik lebih aktif dilaboratorium dalam melakukan praktikum penentuan kadar asam asetat dalam limbah hasil fermentasi biji kakao. Pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao diharapkan mampu menarik perhatian peserta didik karena bahan utama yang digunakan adalah kakao yang terdapat dikebun bahkan dihalaman rumah peserta didik. Peserta didik juga dapat mengetahui bahwa buah kakao bukan hanya dapat dimanfaatkan dalam pembuatan coklat, akan tetapi dapat digunakan untuk pembuatan cuka makanan yang dihasilkan dari limbah hasil fermentasi biji kakao yaitu cairan pulp biji kakao.

Titration of acids is the determination of the concentration of an acid solution with a basic solution whose concentration is known. Conversely, the determination of an acid solution with a basic solution whose concentration is known is based on the neutralization reaction⁶. The use of pulp from cacao fermentation for acid-base titration experiments has not been done before. One researcher previously conducted research on the determination of acetic acid concentration using the acid-base titration method, the material used was ecoenzyme from orange peel. The amount of acetic acid produced by *ecoerym* from orange peel acid was 5.53% and 3.32% in a mixture of sweet orange and acid.⁷

Chemistry learning by doing experiments using pulp from cacao fermentation waste is contextual. This is very suitable with the principle of independent curriculum that is expected to motivate teachers and students to be able to do realistic learning by making the environment around as the main learning material.⁸ Although there are some difficulties experienced by students, most of them feel happy with chemistry learning when involved in experiments in

⁶ Yos F. da Lopez, "Titration Acid-Base: Menentukan Konsentrasi Larutan Asam-Basa Kimia", *E-learning*, Nusa Tenggara Timur, h. 2

⁷ Islami Audy, "Identifikasi Kadar Asam Asetat Pada Ecoenzyme Dari Bahan Organik Kulit Jeruk Dengan Metode Titrasi Asam Basa", *Skripsi*, Padang : Universitas Negeri Padang, 2022, Hlm 17

⁸ Marta, H., Fitria, Y., Hadiyanto, H., & Zikri, A. "Penerapan Pendekatan Contextual Teaching and Learning Pada Pembelajaran Ipa Untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar". *Jurnal Basicedu*, Vol 2. No 1. H 149-157

laboratorium, hal ini menunjukkan bahwa aspek praktik dan pengalaman langsung dianggap positif oleh peserta didik⁹.

Kegiatan pembelajaran membutuhkan model untuk menjadi pedoman selama proses belajar mengajar itu berlangsung agar mendapatkan hasil yang diinginkan. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan dalam pembelajaran kimia adalah PjBL (*Project based learning*). Model pembelajaran ini memberikan pengalaman belajar secara langsung kepada peserta didik melalui kegiatan proyek yang menuntun peserta didik untuk menggunakan semua potensinya untuk pemecahan masalah¹⁰. Salah satu ciri pembelajaran abad ke-21 untuk meningkatkan kemampuan penyelesaian masalah (*problem solving*) dengan *creative thinking skill*, Dimana peserta didik memiliki keterampilan yang dikerahkan untuk memecahkan masalah yang muncul, mengambil keputusan, menganalisis, menginvestigasi, dan menyimpulkan¹¹. Model pembelajaran *project based learning* sangat relevan dengan ilmu kimia karena kimia tidak hanya membahas tentang zat-zat secara teoritis, tetapi membahas secara empiris dan

⁹ Evi Tri Uthami, dkk. "Analisis Problematika Kurikulum Merdeka Pada Mata Pelajaran Kimia Disekolah Menengah Atas", *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2023, Vol. 3, No. 1, h. 102-108

¹⁰ Sekar Dwi Ardianti, Ika Ari Pratiwi, dan Mohammad Kanzunudin, "Implementasi *Project Based Learning* (PjBl) Berpendekatan *Science Edutainment* Terhadap Kreativitas Peserta Didik", *Jurnal Refleksi Edukatika*, 2017, Vol. 7, No. 2, h. 146-150

¹¹ Mudrikah, dkk. *Inovasi Pembelajaran Di Abad 21*. Sukoharjo : Pradina Pustaka, 2022, Hlm 124

bernilai kontekstual¹². Anggraini Frida, dkk (2019) juga menyebutkan bahwa model *project based learning* berpengaruh terhadap hasil belajar peserta didik¹³.

Model pembelajaran *Project Based Learning* ini dapat memberikan pembelajaran secara langsung untuk peserta didik, dimana peserta didik ikut berperan aktif dalam proses pemecahan masalah. Selain itu, model pembelajaran ini juga mendorong peserta didik untuk bekerja sama dalam penyelesaian proyek. Melalui wawancara dari salah satu guru kimia SMA Negeri 2 Bandar Dua mengatakan bahwa rata-rata nilai ulangan peserta didik masih dibawah KKM dengan nilai KKM materi titrasi asam basa adalah 75, sehingga diperlukan suatu alternatif untuk dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Oleh karena itu, melalui pembelajaran *Project Based Learning* dengan memanfaatkan limbah hasil fermentasi biji kakao dapat meningkatkan hasil belajar dan keaktifan belajar peserta didik. Berdasarkan permasalahan dari latar belakang diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul **“Pemanfaatan Limbah Hasil Fermentasi Biji Kakao untuk Pembelajaran *Project Based Learning* Titrasi Asam Basa Di SMA Negeri 2 Bandar Dua.”**

¹² Sasmono, “Project Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kimia Siswa Pokok Bahasan Hakikat Ilmu Kimia”, *Jurnal Pendidikan Ipa Veteran*, 2018, Vol. 2, No. 2, h 190-200

¹³ Anggraini Frida, dkk. “Pengaruh Project Based Learning Produk Kimia Terhadap Pemahaman Konsep Dan Keterampilan Proses Siswa SMA, *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*. 2019. vol 13 No 2. H 2404-2413

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan latar belakang masalah yang telah dipaparkan maka dapat memperoleh beberapa rumusan masalah. Adapun permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan beberapa pokok masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil belajar peserta didik dalam pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao untuk pembelajaran *project based learning* titrasi asam basa di SMA Negeri 2 Bandar Dua?
2. Bagaimana aktivitas belajar peserta didik dalam pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao untuk pembelajaran *project based learning* titrasi asam basa di SMA Negeri 2 Bandar Dua?
3. Bagaimana respon peserta didik dalam pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao untuk pembelajaran *project based learning* titrasi asam basa di SMA Negeri 2 Bandar Dua?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan maka dapat memperoleh beberapa tujuan penelitian. Adapun tujuan dari penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Untuk melihat hasil belajar peserta didik dalam pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao untuk pembelajaran *project based learning* titrasi asam basa di SMA Negeri 2 Bandar Dua

2. Untuk melihat aktivitas belajar peserta didik dalam pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao untuk pembelajaran *project based learning* titrasi asam basa di SMA Negeri 2 Bandar Dua
3. Untuk melihat respon peserta didik dalam pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao untuk pembelajaran *project based learning* titrasi asam basa di SMA Negeri 2 Bandar Dua

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan pembelajaran maka dapat diperoleh beberapa manfaat penelitian. Adapun manfaat dari penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis
 - a. Mendapatkan pengetahuan tentang cairan pulpa yang selama ini hanya dianggap limbah terdapat kandungan asam asetat yang bisa dimanfaatkan sebagai cuka makanan.
 - b. Sebagai salah satu rujukan bacaan dan untuk mengisi atau menambah literatur perpustakaan Universitas Islam Negeri Ar-raniry tentang pemanfaatan untuk titrasi asam basa dan perhitungan kadarnya.
 - c. Sebagai salah satu rujukan bacaan untuk pemurnian asam asetat.
2. Manfaat Praktis
 - a. Peserta didik dapat menggunakan bahan limbah untuk melakukan praktikum dan juga meningkat skill konsep untuk menghitung kadar asam asetat dalam cairan limbah.

- b. Bagi guru dapat memberikan pembelajaran bersifat kontekstual dengan melibatkan lingkungan sekitar sebagai bahan pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik.
- c. Bagi sekolah, menambah pengetahuan dan solusi atas permasalahan ketersediaan bahan kimia di laboratorium.

E. Definisi Operasional

1. Limbah Industri Kakao

Limbah adalah sisa dari suatu unsur maupun kegiatan yang mengandung bahan berbahaya atau beracun karena sifat, konsentrasi, dan jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat membahayakan lingkungan, kesehatan, kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Limbah industri pada umumnya dihasilkan akibat dari sebuah proses produksi yang menghasilkan bahan baku/ produk yang dapat dimanfaatkan oleh konsumen. Salah satu limbah yang dihasilkan dari industri adalah limbah yang mengandung zat kimia yaitu limbah organik. Limbah organik merupakan limbah yang dapat diuraikan secara sempurna melalui proses biologi secara aerob atau anaerob. Limbah organik memiliki sifat mudah lapuk sehingga mudah menimbulkan bau yang tidak sedap¹⁴. Limbah hasil fermentasi biji kakao merupakan salah satu limbah organik yang dapat mencemari lingkungan, kecuali digunakan sebagai kompos.

¹⁴ Saragih Bernatal, dkk. *Pertanian dan Masa Depan*, Yogyakarta : Cv Budi Utama, 2022, h. 53-54

2. Fermentasi Kakao

Fermentasi kakao adalah proses reformasi gula dan asam sitrat dalam pulp menjadi asam organik yang dilakukan oleh fermentasi mikroba. Asam organik akan menginduksi reaksi enzimatik yaitu pada biji, menyebabkan perubahan biokimia yang akan membentuk senyawa yang memberi rasa dan warna coklat. Fermentasi kakao bertujuan untuk pengupasan lapisan lendir dan daging buah yang menempel pada biji kakao, mendapatkan kondisi yang sesuai untuk menghasilkan reaksi kimia dalam biji kakao dan membentuk precursor warna dan flavor kakao.¹⁵

3. *Project Based Learning* (PjBL)

Project Based Learning adalah pembelajaran berbasis proyek, dimana metode pembelajaran inovatif yang ditentang pada belajar kontekstual melalui kegiatan-kegiatan yang kompleks. Metode pembelajaran *Project based learning* dapat membuat peserta didik berpikir kritis, keterampilan, kreativitas dalam menyelesaikan suatu masalah dan meningkatkan pemahaman terhadap hal yang sedang dihadapinya. Pada *Project based learning*, guru berperan sebagai fasilitator yang memfasilitasi peserta didik dalam menjalani proses pembelajaran.¹⁶

4. Titrasi Asam Basa

Titrasi asam basa melibatkan reaksi antara asam dengan basa, sehingga akan terjadi perubahan pH larutan yang dititrasi. Titrasi asam basa melibatkan asam

¹⁵ Mulono Apriyanto, "Perubahan pH, Keasaman dan Indeks Fermentasi Biji Kakao Selama Fermentasi Hasil Biji Kakao (*Theobromo Cacao*), *Jurnal Teknologi Pertanian*, 2017, Vol. 6, No. 1, h. 12-18

¹⁶ Kinanti Padi Pratiwi, "penerapan model pembelajaran *project based learning* untuk meningkatkan keaktifan dan motivasi belajar siswa mata pelajaran simulasi dan komunikasi digital di smkn 2 klaten", *Skripsi*, Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta, 2018, h. 3

maupun basa sebagai analit ataupun titran. Titran ditambahkan tetes demi tetes sampai mencapai titik ekuivalen yang biasanya ditandai dengan berubahnya warna indikator. Reaksi ini memiliki titik akhir titrasi yang perubahan warnanya cukup tajam dan mudah untuk diamati secara visual. Oleh karena itu, penambahan indikator sangat diperlukan dalam setiap proses titrasi¹⁷. Titrasi asam basa untuk menentukan kadar asam asetat dalam pulpa biji kakao menggunakan NaOH sebagai titran.



¹⁷ Rohmah Jamilatur & Chylen Setyo Rini, *Buku Ajar Kimia Analisis*, Jawa Timur : Umsida Press, 2020, h. 26-27

BAB II **KAJIAN PUSTAKA**

A. Limbah Industri

Limbah didefinisikan sebagai sisa atau buangan dari suatu usaha dan/atau kegiatan manusia. Limbah adalah bahan buangan tidak terpakai yang berdampak negatif terhadap masyarakat jika tidak dikelola dengan baik. Air limbah industri maupun rumah tangga (domestik) apabila tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan.¹⁸

Limbah merupakan bahan sisa yang dihasilkan dari suatu kegiatan dan proses produksi, baik pada skala rumah tangga, industri, pertambangan, dan sebagainya. Berdasarkan sifatnya limbah dibedakan menjadi dua, yaitu limbah organik dan limbah anorganik. Limbah organik merupakan limbah yang dapat diuraikan secara sempurna melalui proses biologi baik aerob maupun anaerob. Limbah organik yang dapat diurai melalui proses biologi mudah membusuk, seperti sisa makanan, sayuran, potongan kayu, daun-daun kering, dan sebagainya. Limbah organik dapat mengalami pelapukan (dekomposisi) dan terurai menjadi bahan kecil dan berbau.¹⁹

¹⁸Indah Pakundari , “Uji Kualitas Pupuk Cair Dengan Menggunakan Mikroorganisme Lokal (Mol) Yang Terbuat Dari Limbah Tomat Dan Limbah Pisang”, *Skripsi*, Tarakan : Universitas Borneo Tarakan, 2011. Hlm 8

¹⁹Uswatun Hasanah. “Pemanfaatan Limbah Organik Menjadi Pupuk Kompos Menggunakan Metode Takakura Dan Pengaruh Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L.*)”. *Skripsi*. Medan : Universitas Medan Area. 2023. Hlm 5

Limbah organik memiliki definisi berbeda yang penggunaannya dapat disesuaikan dengan tujuan penggolongannya. Berdasarkan pengertian secara kimiawi limbah organik merupakan segala limbah yang mengandung unsur karbon (C), sehingga meliputi limbah dari makhluk hidup (misalnya kotoran hewan dan manusia, sisa makanan, dan sisa-sisa tumbuhan mati), kertas, plastik, dan karet. Namun, secara teknis sebagian besar orang mendefinisikan limbah organik sebagai limbah yang hanya berasal dari makhluk hidup (alami) dan sifatnya mudah busuk. Artinya, bahan-bahan organik alami namun sulit membusuk/terurai, seperti kertas, dan bahan organik sintetik (buatan) yang juga sulit membusuk/terurai, seperti plastik dan karet, tidak termasuk dalam limbah organik. Hal ini berlaku terutama ketika orang memisahkan limbah padat (sampah) di tempat pembuangan sampah untuk keperluan pengolahan limbah.

Limbah organik yang berasal dari makhluk hidup mudah membusuk karena pada makhluk hidup terdapat unsur karbon (C) dalam bentuk gula (karbohidrat) yang rantai kimianya relatif sederhana sehingga dapat dijadikan sumber nutrisi bagi *mikroorganisme*, seperti bakteri dan jamur. Hasil pembusukan limbah organik oleh mikroorganisme sebagian besar adalah berupa gas metana (CH_4) yang juga dapat menimbulkan permasalahan lingkungan.

Limbah hasil fermentasi biji kakao merupakan limbah organik yang berasal dari industri atau pertanian masyarakat. Terdapat 15-20% limbah cairan pulpa dari berat biji kakao yang jika dibuang begitu saja disekitar tempat pengolahan, selain akan mengotori juga dapat berdampak buruk atas pencemaran bagi lingkungan sekitar. Selain dampak buruknya pada lingkungan, limbah pulp biji kakao dapat

menyebabkan pencemaran udara akibat timbulnya bau asam dan tidak sedap yang disebabkan oleh aktivitas mikroba yang menghasilkan amonia. Gas amonia menghasilkan bau yang dapat merusak sistem pernapasan manusia jika dihirup secara terus menerus.²⁰ Pulp kakao yang selama ini hanya sebagai limbah organik sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai substrat produksi alkohol dan asam asetat. Selain itu, limbah pulp juga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan herbisida alami. Hal ini disebabkan pulp kakao mengandung alkohol, asam malat, asam sitrat, asam asetat dan polifenol yang merupakan zat kimia yang bersifat alelopati, yaitu dapat menghambat perkecambahan benih.

B. Kakao (*Theobroma cacao L.*)

1. Deskripsi Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*)

Kakao merupakan tanaman budidaya perkebunan dengan tinggi mencapai 5-10 meter. Kakao berasal dari negara Amerika selatan, namun saat ini telah tersebar luas dan banyak dikembangkan di kawasan tropis, hal ini dikarenakan daerah tropis memiliki sifat ekologi yang paling cocok untuk tanaman kakao. Di daerah asalnya kakao tergolong tanaman kecil yang hidup bawah hutan hujan tropis. Tanaman ini menghasilkan buah dengan biji sebagai produk utama dari tanaman ini yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai bidang industri.²¹

²⁰ Nurfadillah dkk, “Pemanfaatan Limbah Pulp Kakao Menjadi Nata De Cacao”, *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 2018, vol 4, hlm 24-33

²¹ Budi Martono, “Karakteristik Dan Kegiatan Plasma Nutfah Tanaman Kakao”, *Jurnal Inovasi Teknologi*, 2014, 5(2), hlm 15

Jenis tanaman kakao yang dikembangkan pada awalnya adalah jenis kakao *Criollo* atau *Flavour Cocoa* yang termasuk kedalam kakao bermutu baik, namun seiring berjalannya waktu produksi dari kakao jenis ini mengalami penurunan bahkan sampai tingkat terendah, hal ini terjadi karena jenis kakao ini peka terhadap serangan serangga hama dan penyakit. Sehingga pada tahun 1973 diperkenalkan kakao jenis baku (*Bulk Cacao*) oleh BPP medan, sehingga pengembangan kakao di Indonesia hingga saat ini banyak menggunakan jenis baku karena kakao jenis ini diketahui relatif tahan terhadap hama dan penyakit serta produktivitasnya tinggi.²²

2. Morfologi Kakao

a. Akar

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan tumbuhan dengan sistem perakaran tunggang yang disertai dengan akar serabut yang berkembang di permukaan tanah, dengan panjang akar sampai 8 meter kerah samping dan 15 meter kerah bawah. Pada tanah yang memiliki kadar air rendah akar kakao akan tumbuh panjang kedalam tanah, sedangkan pada tanah yang memiliki kadar air tinggi atau pada tanah liat, akar tidak begitu tumbuh kedalam hanya tumbuh lateral dekat dengan permukaan tanah.

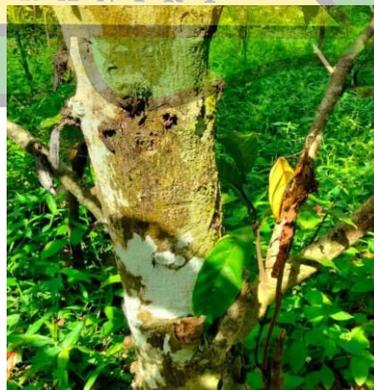
²² Daru Mulyono, "Harmonisasai Kebijakan Hulu-Hilir Dalam Pengembangan Budidaya Dan Industri Pengolahan Kakao Nasional", *Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan Public*, 2017, 7(2). Hlm 95-110



Gambar 2.1 Akar kakao

b. Batang

Batang kakao tumbuh tegak, dengan tinggi 1,8-3 m pada umur 3 tahun dan mencapai 4-7 m setelah berumur 12 tahun. Batangnya berkayu berbentuk bulat, berwarna coklat, bergetah, dan memiliki permukaan kulit yang kasar. Percabangan pada tanaman kakao sangat banyak berkisaran 5-10. Dengan dua tipe arah pertumbuhan cabang yaitu tipe *orthotrop* dan tipe *plagiotrop*. Pada batang dan cabang tanaman kakao sering ditumbuhi tunas air atau wiwilan yang bersifat parasit karena menyerap energi sehingga akan mengurangi proses pembungaan dan pembuahan pada tanaman kakao.²³



Gambar 2.2 Batang kakao

²³ Gembong Tjitrosoepomo, *Morfologi Tumbuhan*, Yogyakarta : Gadjah Mada University, 1985, hlm 78-85

c. Daun

Warna daun muda berwarna kuning, kuning cerah, coklat, merah kecoklatan, merah tua, dan hijau kecoklatan, berwarna hijau ketika daun sudah tua, dan memiliki warna daun coklat pekat jika sudah kering. Kakao memiliki daun tunggal, dengan bentuk tangkai silindris, bersisik halus dengan pangkal bulat oval. Tangkai daun berwarna hijau kekuningan dan hijau kecoklatan. Bentuk daunnya bulat memanjang. Ujung dan pangkal daunnya meruncing dan tepi daun yang rata. Panjang daun sekitar 10-48 cm dengan lebar 4-20 cm. Tipe susunan pertulangan daun menyirip, Daging daun tipis namun kuat seperti perkamen.



Gambar 2.3 Daun kakao

d. Bunga

Tanaman kakao memiliki bunga yang tumbuh dan berkembang dari bekas ketiak daun pada batang dan cabang atau dapat disebut dengan bantalan bunga(cushion), dalam keadaan normal tanaman kakao dapat menghasilkan bunga sebanyak 6000-10.000 per tahun, namun dari semua bunga tidak dapat menjadi buah semua hanya 5% saja. Panjang tangkai bunga 2-4 cm. Bunga nya kecil, halus, bergerombol, berwarna putih sedikit ungu kemerahan, dengan lima daun kelopak yang bebas, lima daun mahkota, sepuluh tangkai sari yang tersusun dalam dua

lingkaran yang masing-masing lingkaran terdiri dari 5 tangkai sari, dan hanya satu lingkaran benang sari saja yang bersifat fertil dan 5 daun buah yang bersatu.



Gambar 2.4 Bunga kakao (Wikipedia)

e. Buah

Buah kakao tergolong kedalam buah buni, dengan bentuk daging buah yang lunak. Buah kakao memiliki permukaan halus dan agak kasar. Berbentuk bulat memanjang dengan warna yang bervariasi, sewaktu muda berwarna hijau muda, merah muda, dan merah kecoklatan. Pada buah masak kuning kemerahan, kuning cerah, orange, kuning agak kehijau-hijauan, dan merah kekuningan. Buah kakao terdiri dari tiga komponen utama yaitu kulit buah plasenta dan biji.²⁴



Gambar 2.5 Buah kakao

²⁴ Tjitrosoepomo, *Morfologi Tumbuhan*, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, 1985, hlm 222

f. Biji

Biji kakao terangkai pada plasenta yang terletak ditengah-tengah buah yang tumbuh dari pangkal buah. Jumlah biji dari satu buah sekitar 20-60, dengan bentuk biji yang bulat telur agak pipih, biji dilindungi oleh selaput yang lunak berwarna putih dengan citarasa manis, atau dalam dunia pertanian disebut pulp (*Micilange*). Pulp memiliki sifat yang dapat menghambat perkecambahan biji, oleh sebab itu harus dibuang karena dapat merusak biji. Biji kakao terbagi menjadi tiga bagian yaitu kotiledon, kulit, dan lembaga. Endosperm biji mengandung lemak dengan kadar yang cukup tinggi.²⁵



Gambar 2.6 Biji kakao (foto : kompasiana.com)

g. Pulpa Kakao

Dalam pengolahan buah kakao kering menghasilkan limbah antara lain kulit buah kakao dan pulp. Pulp merupakan jaringan halus, berlendir yang menyelubungi biji kakao basah²⁶. Dalam proses fermentasi biji kakao dibedakan

²⁵ Martono, “Karakteristik Morfologi dan Kegiatan Plasma Nutfah Tanaman Kakao” hlm 19-20

²⁶ St. Sabahnur dan Andi Ralle, “Peningkatan Kadar Alkohol, Asam Dan Polifenol Limbah Cairan Pulp Kakao Dengan Penambahan Sukrosa Dan Ragi”, *Jurnal Industri hasil perkebunan*, 2018, 13(1), hlm. 53

menjadi dua proses yaitu fermentasi internal dan fermentasi eksternal. Pada fermentasi internal terjadi proses hancurnya pulp dengan bantuan *Mikroorganisme* dan *Enzim Protopektinase*. Sedangkan pada proses fermentasi eksternal terjadi perubahan kimia dengan hilangnya senyawa purin dan polifenol bersama pulp sehingga terbentuknya aroma, cita rasa yang khas dan menyenangkan bagi pengonsumsinya.²⁷

Fermentasi biji kakao dinyatakan selesai jika pulp sudah mulai bersih dari kulit, kulit berwarna coklat, berbau asam cuka dan suhu akhir fermentasi menurun²⁸. Dari proses fermentasi 1 ton biji kakao dapat menghasilkan limbah pulp sebanyak 75-100 liter dengan bau yang tidak sedap.



A R - Gambar 2.7 Pulpa biji kakao

3. Kandungan Kimia Pulp Kakao

Limbah cair pulp kakao mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder. Senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa dalam berat molekul rendah yang ditemukan dalam jumlah minor pada organisme yang

²⁷ Rahmah dan Daud “ Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Warna Dan Cita Rasa Biji Kakao”, *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 2009, 1(4), hlm 25

²⁸ Sulistyowati dan Sunaryo “Optimasi Lama Fermentasi Dan Perendaman Biji Kakao Mulia,”*Pelita Perkebunan*, 2015, 5(1), hlm 42

memproduksinya karena tidak berfungsi sebagai komponen esensial dalam metabolisme melainkan berfungsi sebagai agen pertahanan diri, perlawanan terhadap penyakit atau kondisi kritis²⁹. Limbah pulp biji kakao mengandung senyawa kimia berikut ini :

a) Asam Asetat

Asam organik merupakan senyawa yang memiliki gugus karboksil yang dapat digolongkan menurut tipe rantai karbon, kejenuhan, substitusi dan nomor fungsinya³⁰. Salah satu asam organik yang terkandung dalam limbah pulpa kakao hasil fermentasi adalah asam asetat. Asam asetat merupakan hasil dua tahap proses fermentasi. Tahap pertama fermentasi sukrosa menjadi etanol oleh khamir dan tahap kedua oksidasi etanol menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat. Substrat dalam fermentasi biji kakao adalah gula dan asam sitrat yang terkandung dalam pulp.

b) Asam sitrat

Asam sitrat merupakan asam organik yang terkandung dalam limbah pulpa hasil fermentasi kakao. Asam sitrat adalah cairan yang dihasilkan oleh tanaman terdapat di dalam buah yang bekerja menghambat perkecambahan³¹. Keberadaan asam sitrat dalam pulp biji kakao akan membuat pulp menjadi asam sehingga akan menginisiasi pertumbuhan

²⁹ Yustinus ulung anggraito dkk, *Metabolit Sekunder Dari Tanaman : Aplikasi Dan Produksi*, Semarang:Universitas Negeri Semarang, 2018, hlm 5

³⁰ Lungguk Sitorus, Julius Pontoh, dan Vanda Kamu, "Analisis Beberapa Asam Organic Dengan Metode Hing Performance Liquid Chromatography (HPLC) Grace Smart Rp 15," *Jurnal Mipa*, 2015, 4(2), hlm 149

³¹ Moenandir H. Jody, *Ilmu gulma* ,Jakarta: Rajawali, 1988, h. 83.

ragi dan terjadi fermentasi secara anaerob. *Khamir S. Cerevisiae* tumbuh dengan baik pada lingkungan dengan keadaan anaerob, namun akan melakukan fermentasi terhadap gula jauh lebih cepat pada keadaan anaerobik. Terurainya pulp selama fermentasi diduga turut menurunkan kadar asam sitrat sehingga menyebabkan peningkatan pH.³²

c) Polifenol

Senyawa polifenol dapat menghambat pertumbuhan melalui pembelahan sel dan pemanjangan sel, kerja hormon, mengubah pola kerja enzim, menghambat proses respirasi, mengurangi kemampuan fotosintesis, mengurangi pembukaan stomata, menghambat penyerapan air dan hara, serta menurunkan permeabilitas membran. Polifenol merupakan senyawa kimia yang paling banyak digunakan sebagai bahan insektisida, herbisida dan fungisida. Sebagai herbisida polifenol sangat tinggi toksisitasnya, bersifat non selektif dan bekerja secara efektif dan bersifat kontak.³³

C. Fermentasi Biji Kakao

Fermentasi merupakan biakan mikroba pada bahan pangan sehingga menghasilkan produk yang dikehendaki. Fermentasi bertujuan untuk mematkan

³² Sabahannur St & Ralle Andi, "Peningkatan Kadar Alkohol, Asam dan Polifenol Limbah Cairan Pulp Biji Kakao dengan Penambahan Sukrosa dan Ragi", *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 2018, 13(1), hlm 53-61

³³ Any Guntarti, "Kadar Polifenol Total Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana*) Pada Variasi Asal Daerah," *Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 2016, 3(1), hlm. 23

biji sehingga mudah terjadinya perubahan didalam biji, seperti warna keping biji, peningkatan aroma dan rasa, serta perbaikan konsistensi keping biji. Selain itu, fermentasi dilakukan juga untuk melepaskan pulpa. Pulpa merupakan jaringan berlendir yang melekat pada biji kakao. Pulpa yang melingkupi biji kakao terdiri dari air dan gula yang merupakan media yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroba. Ada beberapa zat kimia yang dikandung oleh pulpa kakao salah satunya air, glukosa, albuminoid, sukrosa, pati, asam non-volatil, esioksida dan garam-garam. (haryadi dan supriyanto, 2001).

Proses fermentasi pada umumnya dilakukan oleh petani menggunakan kultur alami dengan memanfaatkan mikroorganismenya yang ada di lingkungannya. Fermentasi digunakan untuk membebaskan pulp dari biji kakao, mencegah terjadinya perkecambahan, memperbaiki sifat fisik serta untuk memenuhi Standar Nasional Indonesia. Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain cara fermentasi, lama fermentasi serta aktivitas mikroorganismenya dan aktivitas enzim. Proses fermentasi dilakukan dengan menggunakan kotak atau wadah yang memiliki lubang-lubang untuk mengeluarkan cairan dan sirkulasi udara, fermentasi juga dapat dilakukan menggunakan karung goni yang sering digunakan oleh petani. Biji kakao yang mempunyai daging yang tebal memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan biji kakao yang memiliki daging buah tipis.³⁴ Selama fermentasi, biji beserta pulpnya mengalami penurunan berat sampai 25%. Perubahan biji selama fermentasi meliputi peragian gula menjadi alkohol,

³⁴ Zul Putra Repi, “Pengaruh Jenis Kakao Dan Wadah Fermentasi Terhadap Kualitas Biji Kakao”, *Skripsi*, Bandar Lampung : Politeknik Negeri Lampung, 2022, Hlm 8-9

fermentasi asam cuka dan menaikkan suhu. Selain itu, aroma pun meningkat selama proses fermentasi dan pH biji mengalami perubahan.³⁵ (Lukito, dkk 2004)

Fermentasi biji kakao pada dasarnya mempunyai 2 tujuan, yaitu untuk menghancurkan lapisan berlendir yang menyelimuti keping biji (pulpa), dan mengusahakan kondisi untuk terjadinya reaksi dalam keping biji selama proses fermentasi. Pulpa yang hancur oleh kegiatan mikroorganisme yang berasal dari lingkungan akan lepas dari keping biji hingga keping biji kakao menjadi bersih dan cepat kering setelah dilakukan pencucian. Reaksi kimia dan biokimia dalam keping biji dimaksudkan untuk pembentukan prekursor flavor dan warna. (haryadi dan supriyanto, 2001)

Fermentasi dapat dilakukan dengan cara yang sangat sederhana maupun yang lebih praktis, yaitu sebagai berikut ; 1) Penimbunan dilakukan dengan cara menimbun biji kakao diatas tanah dengan diberi alas dan penutup daun pisang.; 2) Fermentasi menggunakan keranjang yang berlubang, kemudian ditutup dengan daun pisang. Setiap waktu tertentu dibalik, supaya operasi berjalan dengan baik.; 3) Fermentasi dilakukan dalam kotak kayu dengan dibuat ukuran yang bervariasi tergantung jumlah bahan. Kotak kayu dapat dibuat dengan ukuran 1 cm dengan jarak 10 cm, tergantung dengan jumlah biji kakao yang akan difermentasi.³⁶

Secara garis besar, selama fermentasi biji kakao basah yang dimasukkan kedalam keranjang atau kotak fermentasi, maka akan terjadi perubahan kimia yang berjalan dalam suasana anaerob, yaitu peruraian pulp, suhu meningkat, serta

³⁵ Lukito A.M, *Panduan Lengkap Budidaya Kakao*. Jakarta : PT Agromedia Pustaka

³⁶ Achadiah, *Teknologi Pengolahan Kopi Kakao*, Yogyakarta:Instiper Yogyakarta,2017, hlm.50-51

fermentasi gula menjadi alkohol, H₂O dan energi. Sedangkan dalam suasana aerob, terjadi oksidasi alkohol menjadi asam asetat, suhu meningkat, terjadi kematian biji, hilangnya daya berkecambah, terjadi difusi zat warna, terjadi destruksi zat warna *Anthocyanin* dan pembentukan dan pengembangan precursor warna dan flavor.

Proses fermentasi dapat menggunakan ragi, misalnya ragi tape. Ragi tape merupakan campuran populasi terhadap spesies-spesies dari genus *Saccharomyces*, *Candida* dan *Hansenula*, serta bakteri *Acetobacter*. Genus-genus tersebut hidup bersama-sama secara sinergetik. *Saccharomyces*, *Candida* dan *Hansenula* dapat menguraikan gula menjadi alkohol dan berbagai macam organik lainnya dan *acetobacter* menumpang untuk mengubah alkohol menjadi asam cuka. Penambahan mikroorganisme tersebut dilakukan sebanyak 0,5 gram per kg biji segar pada proses fermentasi, dapat dipersingkat masa fermentasi biji dari 108 jam menjadi 84 jam. Dimana dalam proses tersebut berpotensi menghasilkan cairan pulp yang memiliki kandungan asam yang maksimal. Umumnya limbah pulp kakao dibuang begitu saja, yang kemungkinan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan karena asam cuka dapat bersifat sebagai racun kontak. Kandungan asam limbah cair pulpa hasil fermentasi kakao berpotensi sebagai bahan pengendalian gulma yaitu *bioherbisida*. *Bioherbisida* dapat menjadi salah satu alternatif dalam pengendalian gulma pertanian dan perkebunan yang ramah lingkungan serta menghasilkan produk yang aman.³⁷

³⁷ Abdullah, Baidhawi, Khaidir, “ Efektivitas Limbah Cair Hasil Fermentasi Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Terhadap Pengendalian Gulma Berdaun Lebar”, *Jurnal Agro Samudra*, 2019, 6(2), hlm 38-46

Selain untuk kompos, limbah hasil fermentasi biji kakao dapat dijadikan sebagai bahan baku industri. Asam asetat merupakan bahan baku industri pangan dan non pangan. Belum banyak yang memanfaatkan asam asetat dari sumber limbah cairan pulpa hasil samping fermentasi kakao. Asam asetat banyak diperoleh dari hasil daur ulang, sisanya diperoleh dari industri petrokimia maupun dari sumber hayati, sehingga diharapkan pemanfaatan limbah cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao dapat digunakan untuk produksi asam asetat dapat mengurangi impor maupun produksi secara sintesis³⁸. Kandungan pulpa hasil fermentasi biji kakao yang mengandung asam asetat ternyata dapat diolah menjadi asam cuka, cuka fermentasi didefinisikan sebagai produk cair yang mengandung asam asetat. Asam cuka diperoleh dari fermentasi bahan-bahan yang mengandung alkohol atau gula. Cuka fermentasi tersebut akan dijadikan sebagai cuka makanan.



Gambar 2.8 Fermentasi biji kakao (foto : goodnowfarms.com)

³⁸ Mahadewi, Anak Agung Sagung Mirah, Putra Gp. Ganda, & Wrsiati Luh Putu, "Pemanfaatan Limbah Cairan Pulpa Hasil Samping Fermentasi Biji Kakao Sebagai Bahan Dasar Asam Asetat Dengan Proses Distilasi", *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 2014, 2(2), Hlm 36-46

D. Pembelajaran Project Based Learning (PjBL)

1. Pengertian Project Based Learning

Project based learning merupakan sebuah metode pembelajaran yang sudah banyak dikembangkan di negara-negara maju seperti Amerika Serikat. Jika diterjemahkan dalam bahasa Indonesia, *project based learning* memiliki arti sebagai pembelajaran berbasis proyek. Dimana metode pembelajaran ini merupakan metode pembelajaran yang inovatif, yang menekankan belajar yang kontekstual melalui kegiatan-kegiatan yang kompleks.

Pembelajaran berbasis proyek merupakan model pembelajaran yang diorientasikan untuk mengembangkan kemampuan dan keterampilan belajar para peserta didik melalui serangkaian kegiatan merencanakan, melaksanakan penelitian, dan menghasilkan produk tertentu yang dibingkai dalam satu wadah berupa proyek pembelajaran³⁹. Model *PjBL* merupakan pembelajaran dengan aktivitas jangka panjang yang melibatkan peserta didik dalam merancang, membuat, dan menampilkan produk untuk mengatasi permasalahan di lingkungan⁴⁰. Berdasarkan beberapa definisi di atas dapat disimpulkan bahwa model *PjBL* merupakan model pembelajaran yang melatih peserta didik untuk memecahkan masalah sehari-hari yang pada akhirnya peserta didik mampu menghasilkan sebuah karya proyek, dan melatih peserta didik untuk bekerja dalam tim atau kelompok. model *PjBL* Melatih peserta didik menyusun sendiri pengetahuannya,

³⁹ Muhammad Ali dan Mohammad Asrori. *Psikologi Remaja Perkembangan Peserta Didik*. Jakarta: Bumi Aksara, 2011. h. 112.

⁴⁰ Riduwan Abdullah Sani. *Inovasi Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara, 2014. h. 172.

mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, mandiri, serta meningkatkan kepercayaan diri.

Pembelajaran berbasis proyek mempunyai beberapa prinsip yaitu sebagai berikut: a) Prinsip sentralistik (*centrality*) menegaskan bahwa kerja proyek merupakan esensi dari kurikulum yaitu merupakan pusat strategi pembelajaran.; b) Prinsip pertanyaan pendorong/penuntun (*driving question*) berarti kerja proyek berfokus pada “pertanyaan atau permasalahan” yang dapat mendorong peserta didik untuk berjuang memperoleh konsep atau prinsip utama suatu bidang tertentu.; c) Prinsip investigasi konstruktif (*constructive investigation*) merupakan proses yang mengarah kepada pencapaian tujuan, yang mengandung kegiatan inkuiri, pembangunan konsep, dan resolusi.; d) Prinsip otonomi (*autonomy*) dapat diartikan sebagai kemandirian peserta didik dalam melaksanakan proses pembelajaran, yaitu bebas menentukan pilihannya sendiri, bekerja dengan minimal supervisi, dan bertanggung jawab; dan d) Prinsip realistik (*realism*) berarti bahwa proyek merupakan suatu yang nyata.⁴¹

2. Model Pembelajaran Project Based Learning

Model pembelajaran adalah suatu perencanaan atau suatu pola yang digunakan sebagai pedoman dalam merencanakan pembelajaran di kelas atau pembelajaran dalam tutorial. Model *PjBL* merupakan penerapan dari pembelajaran aktif. Secara sederhana pembelajaran berbasis proyek didefinisikan sebagai suatu pengajaran yang mencoba mengaitkan antara teknologi dengan masalah kehidupan

⁴¹ Wena Made. *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer*, 2016. h 145-147

sehari-hari yang akrab dengan peserta didik, atau dengan proyek sekolah. Model pembelajaran berbasis proyek atau Model *PjBL* adalah sebuah pembelajaran yang inovatif, dan lebih menekankan pada belajar kontekstual melalui kegiatan-kegiatan yang kompleks.⁴²

Langkah-langkah model *PjBL*⁴³ yaitu:

1) Penyajian Permasalahan

Permasalahan diajukan dalam bentuk pertanyaan. Pertanyaan awal yang diajukan adalah pertanyaan esensial (penting) yang dapat memotivasi peserta didik untuk terlibat dalam belajar. Topik penugasan sesuai dengan dunia nyata yang relevan untuk peserta didik, dan dimulai dengan sebuah investigasi mendalam.

2) Membuat Perencanaan

Perencanaan dilakukan secara kolaboratif antara guru dan peserta didik. Dengan demikian peserta didik diharapkan akan merasa “memiliki” atas proyek tersebut. Perencanaan berisi tentang aturan main, pemilihan aktivitas yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan esensial, dengan cara mengintegrasikan berbagai subjek yang mungkin, serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses untuk membantu penyelesaian proyek.

⁴² Made Wena. *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer*. Jakarta : PT Bumi Aksara, 2011. h. 145

⁴³ Sani Riduwan Abdullah. *Inovasi Pembelajaran*, 2014. H 181-182

3) Menyusun Penjadwalan

Guru dan peserta didik secara kolaboratif menyusun jadwal aktivitas dalam menyelesaikan proyek. aktivitas yang dilakukan pada tahap ini antara lain: a) Membuat *timeline* (alokasi waktu) untuk menyelesaikan proyek; b) Membuat *deadline* (batas waktu akhir) penyelesaian proyek; c) Membawa peserta didik agar merencanakan cara yang baru; d) Membimbing peserta didik ketika mereka membuat cara yang tidak berhubungan dengan proyek; dan e) Meminta peserta didik untuk membuat penjelasan (alasan) tentang pemilihan suatu cara.

4) Memonitor Pembuatan Proyek

Pelaksanaan pekerjaan peserta didik harus dimonitor dan difasilitasi prosesnya, paling sedikit pada dua tahapan yang dilakukan oleh peserta didik (*checkpoint*). Fasilitasi yang juga perlu dilakukan adalah memberi kesempatan pada peserta didik untuk bekerja di laboratorium atau fasilitas lainnya jika dibutuhkan. Guru perlu melakukan *monitoring* pelaksanaan proses, serta menyediakan rubrik dan instruksi tentang apa yang harus dilakukan untuk setiap konten pembelajaran.

5) Melakukan Penilaian

Penilaian dilakukan secara autentik dan guru perlu memvariasikan jenis penilaian yang digunakan. Penilaian proyek merupakan kegiatan penilaian terhadap suatu tugas yang harus diselesaikan dalam periode/waktu tertentu. Tugas tersebut berupa suatu investigasi sejak dari perencanaan, pengumpulan data, pengorganisasian, pengolahan,

dan penyajian data. Penilaian proyek dapat digunakan untuk mengetahui pemahaman, kemampuan mengaplikasikan, kemampuan melakukan penyelidikan, dan kemampuan menerapkan keterampilan membuat produk atau karya.

6) Evaluasi

Evaluasi dimaksudkan untuk memberikan kesempatan pada peserta didik dalam melakukan refleksi pembelajaran yang telah dilakukan baik secara individual maupun kelompok. Peserta didik perlu berbagi perasaan dan pengalaman, mendiskusikan apa yang sukses, mendiskusikan apa yang perlu diubah, dan berbagi ide yang mengarah pada inkuiri baru.

Seorang guru dalam proses belajar mengajar memiliki peran utama dalam menentukan kualitas pengajaran yang dilaksanakan. Yaitu, memberikan pengetahuan (*cognitive*), sikap dan nilai (*affective*), serta keterampilan (*psychomotor*)⁴⁴. Tugas dan peran guru yang utama terletak di bidang pengajaran. Pengajaran merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mencapai tujuan dari pendidikan. Oleh karena itu, seorang guru dituntut untuk dapat mengelola kelas, metode mengajar, strategi mengajar, serta sikap dan karakteristik pendidik dalam mengelola proses belajar yang efektif, menggunakan bahan pengajaran yang baik

⁴⁴ Musbikin, *Guru Yang Menakjubkan*, Yogyakarta : Buku Biru, 2010, h 259

dan meningkatkan kemampuan peserta didik untuk menyimak pelajaran menguasai tujuan pendidikan harus mereka capai.⁴⁵

3. Prinsip Pembelajaran Berbasis Proyek

Prinsip-prinsip yang mendasari pembelajaran berbasis proyek adalah sebagai berikut :⁴⁶

- 1) Pembelajaran berpusat pada peserta didik yang melibatkan tugas-tugas pada kehidupan nyata untuk memperkaya pembelajaran
- 2) Tugas proyek menekankan pada kegiatan penelitian berdasarkan suatu tema atau topik yang telah ditentukan dalam pembelajaran. Pembelajaran model ini lebih tepat dan praktis apabila diterapkan di laboratorium.
- 3) Penyelidikan atau eksperimen dilakukan secara autentik dan menghasilkan produk nyata yang telah dianalisis dan dikembangkan berdasarkan tema atau topik yang disusun dalam bentuk produk (laporan atau hasil karya). Produk, laporan atau hasil karya tersebut selanjutnya dikomunikasikan untuk mendapatkan tanggapan dan umpan balik untuk perbaikan proyek berikutnya.
- 4) Pembelajaran berbasis proyek tidak seperti pada kurikulum tradisional, karena memerlukan suatu strategi sasaran di mana proyek sebagai pusat para peserta didik sendiri dan panutannya.

⁴⁵ Kinanti Padmi Pratiwi, "Penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning* Untuk Meningkatkan Keaktifan dan Motivasi Belajar Siswa Mata Pelajaran Simulasi dan Komunikasi Digital Di SMKN 2 Klaten", *Skripsi*, Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta, 2018, h. 22

⁴⁶ Made Wena, *Strategi Pembelajaran Inovatif dan Kontemporer, Satu Tujuan Konseptual Operasional*, Jakarta: PT. Bumi Aksara, 2011, hlm. 145

- 5) Kegiatan peserta didik difokuskan pada pekerjaan yang serupa dengan situasi yang sebenarnya. Aktivitas ini mengintegrasikan tugas autentik dan menghasilkan sikap profesional.
- 6) Menumbuhkan isu yang berujung pada pernyataan dan keinginan peserta didik untuk menentukan jawaban yang relevan, sehingga dengan demikian telah terjadi proses pembelajaran yang mandiri.
- 7) Diskusi, presentasi dan evaluasi terhadap para peserta didik menghasilkan umpan balik yang berharga. Ini mendorong kearah pembelajaran berdasarkan pengalaman.
- 8) Pembelajaran berbasis proyek dikembangkan tidak hanya pada keterampilan pokok dan pengetahuan saja, tetapi juga mempunyai pengaruh besar pada keterampilan yang mendasar seperti pemecahan masalah, kerja kelompok dan pengendalian diri.
- 9) Pembelajaran berbasis proyek difokuskan pada pertanyaan atau permasalahan yang memicu peserta didik untuk menyelesaikan permasalahan dengan konsep, prinsip dan ilmu pengetahuan yang sesuai.
- 10) Pembelajaran berbasis proyek sebagai titik pusat, proyek harus disesuaikan dengan pengetahuan para peserta didik.
- 11) Menjadikan aktifitas peserta didik yang penting. Blumenfeld mendeskripsikan model Pembelajaran berbasis proyek berpusat pada proses berjangka waktu dan unit pembelajaran bermakna.

4. Kelebihan dan Kekurangan Pembelajaran Berbasis Proyek

Pembelajaran berbasis proyek memiliki kelebihan dan kekurangan seperti tercantum dalam Permendikbud no. 81A tahun 2013 tentang Implementasi Kurikulum. Beberapa kelebihan pembelajaran berbasis proyek adalah sebagai berikut:⁴⁷

- 1) Meningkatkan motivasi belajar, mendorong kemampuan untuk melakukan pekerjaan penting.
- 2) Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah
- 3) Membuat peserta didik lebih aktif dan berhasil memecahkan masalah kompleks.
- 4) Meningkatkan kolaborasi.
- 5) Mengembangkan dan mempraktikkan keterampilan komunikasi.
- 6) Meningkatkan keterampilan peserta didik dalam mengelola sumber.
- 7) Memberikan pengalaman mengorganisasi proyek, alokasi waktu dan sumber sumber lain untuk menyelesaikan tugas.
- 8) Menyediakan pengalaman belajar yang melibatkan peserta didik secara kompleks dan dirancang untuk berkembang sesuai dunia nyata.
- 9) Melibatkan para peserta didik untuk belajar mengumpulkan informasi, mengolah sesuai pengetahuan yang dimiliki, kemudian diimplementasikan dengan dunia nyata.
- 10) Membuat suasana belajar menjadi menyenangkan.

⁴⁷ Abdul Majid & Chaerul Rochman, *Pendekatan ilmiah dalam implementasi kurikulum 2013*, Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2014, hlm. 164

Kekurangan model pembelajaran berbasis proyek adalah sebagai berikut:

- 1) Memerlukan banyak waktu untuk menyelesaikan masalah.
- 2) Membutuhkan biaya yang cukup banyak
- 3) Instruktur yang merasa nyaman dengan kelas tradisional, dimana instruktur memegang peran utama di kelas
- 4) Banyaknya peralatan yang harus disediakan.
- 5) Peserta didik yang memiliki kelemahan dalam percobaan dan pengumpulan informasi akan mengalami kesulitan
- 6) Ada kemungkinan peserta didik yang kurang aktif dalam kerja kelompok.
- 7) Ketika topik yang diberikan kepada masing-masing kelompok berbeda, dikhawatirkan peserta didik tidak bisa memahami topik secara keseluruhan.

E. Titrasi Asam Basa

1. Pengertian Titrasi Asam Basa

Konsentrasi suatu larutan dapat ditentukan dengan melakukan titrasi. Titrasi merupakan cara analisis tentang pengukuran jumlah larutan yang dibutuhkan untuk bereaksi secara tepat dengan zat yang terdapat dalam larutan lain. Titrasi adalah suatu metode untuk menentukan konsentrasi zat di dalam larutan. Titrasi dilakukan dengan mereaksikan larutan tersebut dengan larutan yang telah diketahui

konsentrasinya⁴⁸. Jika salah satu larutan diketahui konsentrasinya maka konsentrasi larutan lain dapat dihitung. Larutan yang telah diketahui konsentrasinya dinamakan larutan standar. Zat yang ditentukan kadarnya disebut dengan titrat dan biasanya diletakkan di dalam tabung erlenmeyer sedangkan zat yang telah diketahui sendiri konsentrasinya disebut sebagai titran dan biasanya diletakkan di dalam buret. Baik titrat atau titran biasanya dalam bentuk larutan⁴⁹. Analisis dengan volume larutan pereaksi disebut analisis volumetri.

Titration asam basa adalah suatu cara menentukan konsentrasi larutan asam jika konsentrasi larutan basa diketahui atau menentukan konsentrasi larutan basa jika konsentrasi asam diketahui. Jenis-jenis titration asam basa adalah sebagai berikut:

1) Titration Asam Kuat dengan Basa Kuat

Pada proses titration asam kuat dengan basa kuat dan sebaliknya, kedua larutan dapat terionisasi dengan sempurna, hal ini dikarenakan larutan asam kuat dan basa kuat termasuk ke dalam larutan elektrolit kuat yang dapat terionisasi secara sempurna di dalam air. Penambahan basa kuat ke dalam asam kuat (atau sebaliknya) adalah jenis titration yang paling sederhana. Reaksi kimianya adalah netralisasi⁵⁰



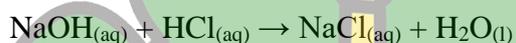
⁴⁸ Brady, James E. *Kimia Universitas Asas dan Struktur*. Jakarta : Binarupa Aksara. 1988). hlm. 178

⁴⁹ Keenan. *Kimia Untuk Universitas*. Jakarta : Erlangga. 1982. hlm. 162

⁵⁰ David W. Oxtoby, Gillis, dan Norman H. Nachtrieb, *Prinsip-Prinsip Kimia Modern (Jilid I)*, Terjemahan Suminar Setiati Achmadi, Erlangga, Jakarta, 2001, hlm. 316

Asam dan basa kuat terurai sempurna dalam larutan berair, oleh karena itu, pH pada berbagai titik selama titrasi dapat dihitung langsung dari jumlah stoikiometri asam dan basa yang dibiarkan bereaksi. Pada titik ekuivalen, pH ditentukan oleh tingkat terurainya air. Pada 25°C pH air murni adalah 7,00.8.

Contoh titrasi asam kuat dengan basa kuat:



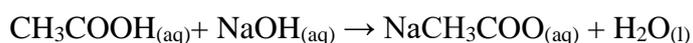
2) Titrasi Asam Lemah dengan Basa Kuat

Pada proses titrasi asam lemah dengan basa kuat dan sebaliknya, salah satu larutan (asam lemah) tidak dapat terionisasi dengan sempurna. Hal ini dikarenakan asam lemah tergolong kedalam larutan elektrolit lemah. Sehingga garam yang dihasilkan dalam reaksi memiliki sifat basa. Oleh karena itu, pada proses titrasi asam lemah dengan basa kuat titik ekuivalennya terjadi ketika pH campuran lebih dari 7. Titrasi asam lemah dengan basa kuat akan mempunyai kurva dan titik ekuivalen yang berbeda dari asam kuat dengan basa kuat. Contoh dari titrasi asam lemah dengan basa kuat :

Asam lemah : CH_3COOH

Basa kuat : NaOH

Persamaan reaksi :



3) Titrasi Basa Lemah dengan Asam Kuat

Proses titrasi basa lemah dan asam kuat terjadi hampir sama dengan proses titrasi asam lemah dengan basa kuat. Hal ini dikarenakan salah satu dari larutan adalah larutan elektrolit lemah yang tidak mampu terionisasi secara sempurna. Karena dalam reaksi ini larutan basa yang tidak dapat bereaksi secara sempurna, garam hasil reaksi ini menjadi memiliki sifat asam. Oleh karena itu, pada proses titrasi basa lemah dengan asam kuat titik ekivalennya terjadi ketika pH campuran kurang dari 7.

Contoh dari titrasi basa lemah dengan asam kuat :

Asam kuat : HCl

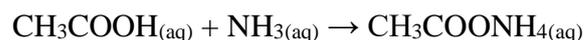
Basa lemah : NH₃

Persamaan Reaksi :



4) Titrasi Asam Lemah dengan Basa Lemah

Titrasi asam dan basa keduanya sebanding lemahnya, sebagai contoh, asam etanoat dan larutan amonia. Pada kasus yang lain, titik ekivalen akan terletak pada pH yang lain. Contoh dari titrasi basa lemah dengan asam lemah adalah:



Pada penelitian pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao untuk pembelajaran *project based learning* menggunakan jenis titrasi asam lemah dan basa kuat. Hal ini karena limbah pulp biji kakao mengandung asam asetat yang

merupakan asam lemah. Asam asetat yang ada pada biji kakao akan dihitung kadarnya menggunakan titrasi asam basa dengan basa kuat yang digunakan adalah NaOH.

2. Titik Ekuivalen dan Titik Akhir Titrasi

Pada saat melakukan titrasi maka kita harus mengetahui istilah titik ekuivalen dan titik akhir titrasi. Titik ekuivalen adalah kondisi pada saat membandingkan jumlah mol asam dan jumlah mol basa sama dengan perbandingan koefisien asam dan koefisien basa menurut persamaan kimia. Artinya, pada saat titik ekuivalen tercapai maka larutan asam tepat bereaksi dengan larutan basa. Perubahan larutan pada titik ekuivalen tidak jelas, oleh karena itu untuk menentukan titik akhir titrasi digunakan indikator karena zat ini dapat memperlihatkan perubahan warna pada pH tertentu secara ideal.⁵¹ Titik akhir titrasi adalah suatu kondisi pada saat indikator menunjukkan perubahan warna. Artinya, pada saat terjadi perubahan warna indikator maka pelaksanaan titrasi diakhiri. Pada titik akhir titrasi, perbandingan mol asam dengan mol basa sama dengan perbandingan koefisien asam dengan koefisien basa.

Dalam titrasi asam basa reaksi yang terjadi adalah reaksi penetralan, yaitu ion-ion H_3O^+ dengan jumlah mol tertentu dalam larutan asam akan dinetralkan oleh ion-ion OH^- dengan jumlah mol yang sama dari suatu larutan basa.



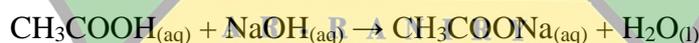
Titik ekuivalen adalah keadaan ketika jumlah mol atau mmol OH^- yang ditambahkan kedalam larutan yang mengandung ion H_3O^+ telah cukup untuk

⁵¹ Sudarto, Unggul. *Analisis Kimia Dasar*. (Yogyakarta : UNY. 2008) hlm. 101

menetralkan larutan tersebut. pada titik ekuivalen mmol atau mol H_3O^+ sama dengan mmol atau mol OH^- , Sehingga:

$$V_{\text{asam}} \times N_{\text{Asam}} = V_{\text{basa}} \times N_{\text{basa}}$$

Larutan asam bila direaksikan dengan larutan basa akan menghasilkan garam dan air. Sifat asam dan sifat basa akan hilang dengan terbentuknya zat baru yaitu garam yang memiliki sifat berbeda dengan sifat zat asalnya. Hal ini terjadi karena hasil reaksi adalah air yang memiliki sifat netral yang artinya jumlah ion H^+ sama dengan jumlah ion OH^- maka reaksi itu disebut dengan reaksi netralisasi atau penetralan. Untuk menentukan konsentrasi asam asetat dalam cuka makan, dilakukan melalui proses titrasi yang didasarkan pada reaksi penetralan asam lemah dengan basa kuat. Konsentrasi asam asetat ditentukan dengan mereaksikan asam asetat dengan $NaOH$. Adapun indikator yang digunakan adalah phenolptalein. Perubahan warna yang terjadi ketika larutan asam menjadi basa adalah dari tidak berwarna menjadi berwarna merah muda. Adapun bentuk persamaan reaksinya adalah sebagai berikut :



3. Indikator Asam-Basa

Titik ekuivalen adalah titik pada saat jumlah mol ion OH^- yang ditambahkan kelarutan sama dengan jumlah mol ion H^+ yang semula ada. Jadi, untuk menentukan titik ekuivalen dalam suatu titrasi, kita harus mengetahui dengan tepat berapa volume basa yang ditambahkan dari buret ke asam dalam labu. Salah satu cara untuk mencapai tujuan ini ialah menambahkan beberapa tetes indikator asam-basa kelarutan asam saat awal titrasi. Indikator biasanya ialah suatu asam atau basa

organik lemah yang menunjukkan warna yang sangat berbeda antara bentuk tidak terionisasi dan bentuk terionisasinya. Kedua bentuk ini berkaitan dengan pH larutan yang melarutkan indikator tersebut. Titik akhir titrasi terjadi bila indikator berubah warna. Namun, tidak semua indikator berubah warna pada pH yang sama, jadi pilihan indikator untuk titrasi tertentu bergantung pada sifat asam dan basa yang digunakan dalam titrasi (dengan kata lain, apakah mereka kuat atau lemah). Dengan memilih indikator yang tepat untuk titrasi, kita dapat menggunakan titik akhir untuk menentukan titik ekuivalen.

Indikator yang dipilih harus indikator yang berubah warna di sekitar titik ekuivalen dari titrasi. Untuk asam lemah, pH pada titik ekuivalen di atas 7, indikator yang sering digunakan adalah fenolftalein. Untuk basa lemah yang memiliki pH di bawah 7, indikator yang sering digunakan adalah metil merah (4,2-6,2) atau metil 20 oranye. Sedangkan untuk asam dan basa kuat, indikator yang sesuai digunakan adalah metil merah, bromtimol biru dan fenolftalein.⁵²

Tabel 2.1 Indikator Asam Basa

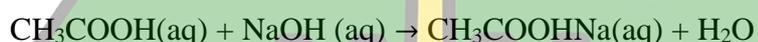
Indikator	Warna	Trayek pH
Fenolftalein	Tidak berwarna - merah muda	8,3 - 10
Bromtimol biru	Kuning - biru	6,0 – 7,6
Lakmus	Merah - biru	5,5 – 6,2
Metil Jingga	Merah- kuning	4,4 – 6,2

F. Penentuan Kadar Asam Asetat

Titrasi dilakukan dengan cara volume zat penitrasi (titran) yang digunakan untuk bereaksi dengan zat yang dititrasi (titrat). Jika konsentrasi salah satu

⁵² Day dan Underwood.. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi 6. Jakarta: Erlangga. 2001. Hlm

diketahui, maka konsentrasi/kadar zat lain dapat dihitung. Asidimetri dan alkalimetri adalah salah satu cara analisis kuantitatif volumetri berdasarkan reaksi asam-basa secara titrasi. Titrasi asam asetat/asam cuka (CH_3COOH) dengan larutan natrium hidroksida (NaOH) sebagai larutan standar akan menghasilkan garam CH_3COOH yang berasal dari sisa asam lemah dan basa kuat yang kemudian dihidrolisis. Reaksi hidrolisis ini merupakan reaksi keseimbangan yang dapat ditulis :



Pada titrasi ini sebagian asam asetat (asam cuka) dan biasanya akan tinggal dalam larutan. Saat titik ekuivalen (titik akhir titrasi) terjadi, banyak asam asetat (asam cuka) dan NaOH bebas adalah sama, tetapi karena asam asetat termasuk elektrolit lemah maka ion H^+ yang dibebaskan sangat sedikit, dan lebih banyak tinggal sebagai molekul CH_3COOH . Sedangkan basa bebasnya (NaOH) merupakan elektrolit kuat yang hampir terionisasi sempurna, membebaskan ion hidroksil (OH) dalam larutan. Hal ini mengakibatkan titrasi berakhir pada PH diatas 7⁵³

Menurut Salirawati dan Padmaningrum penentuan kadar asam asetat dalam limbah pulp hasil fermentasi biji kakao dapat juga digunakan dengan indikator alami seperti kubis ungu, daun *rhoe discolor* dan kayu secang. Ketiga indikator alami tersebut dapat digunakan sebagai indikator pengganti indikator pp yang biasanya digunakan dalam titrasi asam lemah dan basa kuat. Hasilnya penentuan kadar yang menggunakan indikator alami dan indikator pp tidak ada perbedaan kadar asamnya.

⁵³ Day, Underwood, *Analisis Kimia Kuantitatif*, Jakarta : Gramedia, 1989, hlm

Penentuan kadar asam asetat dalam pulpa hasil fermentasi kakao dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Asam Asetat (\%)} = \frac{M \times Mr \text{ Asam cuka (60,05)}}{\rho \text{ asam cuka} \times 10}$$

G. Penelitian yang Relevan

Penelitian menggunakan model *project based learning* telah dilakukan oleh beberapa peneliti, seperti yang dilakukan oleh Putri Yunita Septiyani yang berjudul “Penerapan Model Project Based Learning Pada Materi Hidrokarbon Dan Minyak Bumi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Aktivitas Peserta didik Sma N 14 Semarang” pada tahun 2015. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan berpikir kreatif peserta didik dalam model pembelajaran proyek. Penelitian yang dilakukan tergolong sebagai penelitian eksperimen dengan desain yang digunakan adalah *pretest posttest control group*. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penerapan *project based learning* pada materi hidrokarbon dan minyak bumi dapat meningkatkan hasil belajar dan aktivitas peserta didik⁵⁴.

Penelitian tentang praktikum bahan alam telah dilakukan oleh Tidak, dkk penelitian ini berjudul “Penerapan metode praktikum berbasis bahan alam dalam pembelajaran kimia untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi *reaksi redoks*”, Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan hasil belajar peserta didik pada materi reaksi redoks dengan menggunakan metode praktikum berbasis bahan alam dalam pembelajaran kimia. Penelitian ini adalah

⁵⁴ Putri Yunita Septiyani ,“Penerapan Model Project Based Learning Pada Materi Hidrokarbon Dan Minyak Bumi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Aktivitas Siswa Sma N 14 Semarang”*skripsi*, semarang : Universitas Negeri Semarang, 2015

penelitian pra-eksperimen dengan rancangan penelitian *One Group Pretest-Posttest Design*. Populasi dan sampel yang diambil adalah seluruh peserta didik kelas X dengan total jumlah peserta didik 20 orang. Data yang dikumpulkan diolah dari hasil tes awal dan akhir pembelajaran. Data dianalisis dengan menggunakan rumus t-test untuk menguji hipotesis penelitian dan diperoleh $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($19.49 > 2.10$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata posttest lebih besar dari nilai rata-rata pretest, sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil belajar peserta didik yang diberikan dengan metode praktikum berbasis bahan alam berpengaruh terhadap hasil belajar peserta didik.⁵⁵

Penelitian penentuan kadar asam asetat menggunakan titrasi asam basa pernah dilakukan oleh Nugrahani dkk pada tahun 2021. Nugrahani dkk menentukan kadar asam asetat hasil fermentasi dari buah kedondong. Judul penelitian "*Analisis Kadar Asam Asetat Hasil Fermentasi Buah Kedondong (Spondias Dulcis Parkinson) Dengan Metode Titrasi Alkalimetri*". Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kadar asam asetat dari hasil fermentasi buah kedondong. fermentasi dilakukan secara anaerob pada pH 3-4,5. Kemudian difermentasi kembali secara aerob menggunakan inoculum terbentuknya aroma asam yang menyengat. Analisis kadar asam asetat menggunakan metode titrasi alkalimetri menggunakan NaOH 0,1 N dan indikator fenolftalein yang dilakukan setiap empat hari sekali hingga asam asetat mencapai kondisi jenuh. Hasil pengukuran kadar asam asetat fermentasi buah kedondong sebesar 28, 82-29,69%. Hasil ini menunjukkan bahwa asam asetat yang

⁵⁵ Tiak Loriana, Tani Djefri, Carolee Joice D. S, "Penerapan Metode Praktikum Berbasis Bahan Alam Dalam Pembelajaran Kimia Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Reaksi Redoks", *Oxygenius Journ. Of Chem. Edu*, 2019, 1(1), Hlm 1-4

dihasilkan dari fermentasi buah kedondong dimanfaatkan sebagai produk cuka secara alami sesuai standar kadar asam asetat untuk cuka dapur yang ditetapkan oleh SNI 013711-1995.⁵⁶

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Rosid yang berjudul “Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif Dan Aktivitas Belajar Peserta didik Dalam Pembelajaran Kimia: Bahan Kimia Dalam Kehidupan Sehari-Hari Menggunakan Model Project Based Learning” pada tahun 2019. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan berpikir kreatif peserta didik dalam model pembelajaran proyek. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen dengan desain *Control Group Design*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran melalui *project based learning* secara signifikan ($p < 0,05$) dalam aspek keterlibatan peserta didik dalam aktivitas diskusi dan praktikum. Sehingga model pembelajaran *project based learning* dapat menjadi alternatif dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan kelancaran berpikir, dan keterlibatan peserta didik dalam aktivitas diskusi dan praktikum dalam pembelajaran kimia materi bahan kimia dalam kehidupan sehari-hari.⁵⁷

penelitian yang telah dilakukan oleh Minarni dkk yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Buah dan sayuran pasar sebagai bahan baku pada pembuatan indikator asam basa alami pada praktikum kimia untuk meningkatkan

⁵⁶ Nugrahani, Hervianto Nurfitriya, Apriyani Ida, Bahri Saiful, “Analisis Kadar Asam Asetat Hasil Fermentasi Buah Kedondong (*Spondias dulcis* Parkinson) dengan Metode Titrasi Alkalimetri”, *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 2021, 14(2), hlm 97-101

⁵⁷ Muhammad Rosid, “Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif Dan Aktivitas Belajar Siswa Dalam Pembelajaran Kimia: Bahan Kimia Dalam Kehidupan Sehari-Hari Menggunakan Model Project Based Learning”, *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 2019, Vol. 8, No. 3, H. 195-201

kompetensi 4C” pada tahun 2023. Penelitian Pemanfaatan Limbah Buah dan sayuran pasar sebagai bahan baku pada pembuatan indikator asam basa alami pada praktikum kimia untuk meningkatkan kompetensi 4C ini bertujuan untuk membantu guru kimia dan peserta didik dalam pembuatan kertas indikator Ph yang biasa digunakan pada praktikum sifat larutan (asam basa). Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dan dilakukan dalam 2 tahap yaitu pembuatan kertas indikator dan penentuan kisaran Ph serta kelayakan indikator alami yang dibuat. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan lembar observasi untuk pengujian kertas indikator asam basa dari ekstrak buahan dan sayuran serta angket untuk pengujian kelayakan kertas indikator peserta didik kelas XI dengan 35 peserta didik. mengidentifikasi faktor pendukung, tingkat keberhasilan program serta kendala-kendala yang dihadapi. Penelitian berhasil meningkatkan pengetahuan bagi guru dan peserta didik dalam pembuatan indikator asam basa alami pada praktikum kimia untuk meningkatkan kompetensi 4C peserta didik.⁵⁸

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah berhasil dilakukan, maka dalam penelitian akan memanfaatkan fermentasi biji coklat untuk pembelajaran project based learning pada materi reaksi kimia.

⁵⁸ Minarni, Epinur, Yusnidar, Fuldiaratman, “Pemanfaatan Limbah Buah dan Sayuran Pasar Sebagai Bahan Baku Pada Pembuatan Indikator Asam Basa Alami Pada Praktikum Kimia Untuk Meningkatkan Kompetensi 4C”, *JPM Pinang Masak*, 2023, vol. 4, No. 1, H. 15-23

BAB III METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian *Pre-eksperimental* dengan pendekatan *one group pretest-posttest design*. Pre-test dilakukan terlebih dahulu sebelum diberikan tindakan dan post-test dilakukan sesudah diberikan tindakan. Metode penelitian *one group pretest-posttest* ini dilakukan terhadap kelompok eksperimen tanpa adanya kelompok kontrol dengan cara melakukan percobaan terhadap satu kelompok, tanpa menggunakan kelompok pembanding⁵⁹.

Perlakuan yang dilakukan berupa pembelajaran dengan memanfaatkan limbah hasil fermentasi biji kakao dengan menggunakan model pembelajaran *project based learning*. Tujuan dilakukan perlakuan untuk melihat hasil belajar peserta didik setelah proses pembelajaran. Hasil perlakuan dapat diketahui lebih akurat, karena dapat membandingkan dengan keadaan sebelum diberi perlakuan. Bentuk bagan desain tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 *One group pretest-posttest design*

pretest	treatment	P osttest
O ₁	X	O ₂

Keterangan :

O₁ = nilai *pretest* (sebelum diberi perlakuan)

X = *Treatment* (penerapan model *project based learning*)

O₂ = nilai *posttest* (setelah diberi perlakuan)

⁵⁹ Suryabrata, *Metodologi Penelitian*, Jakarta : rajawali pers, 2010, hlm. 188

Pada desain ini tes dilakukan dua kali, yaitu sebelum (*pretest*) dan sesudah diberi perlakuan eksperimen disebut (*posttest*), *pretest* diberikan pada kelas eksperimen (O_1). Setelah sampel dalam kelas eksperimen belajar dengan model project based learning melalui pemanfaatan hasil limbah fermentasi biji kakao untuk titrasi asam basa. Lalu tahapan terakhir adalah peneliti pemberian *posttest* (O_2).

B. Tempat dan Subjek Penelitian

1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 2 Bandar Dua yang berada di Desa Blang Kuta, Kecamatan Bandar Dua, Kabupaten Pidie Jaya. Waktu pelaksanaan penelitian adalah pada bulan juni 2024 Pertemuan semester genap 2023/2024. Penelitian ini dilakukan 2 kali pertemuan 4 JP (1 JP = 45 menit)

2. Subjek/Sampel Penelitian

Populasi merupakan keseluruhan objek yang akan diteliti dalam penelitian.⁶⁰ Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI MIA di SMA Negeri 2 Bandar Dua yang terdiri dari 20 peserta didik dan dibagi menjadi dua kelas.

Sampel adalah bagian dari populasi yang akan diteliti.⁶¹ Adapun sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI MIA

⁶⁰ Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, Jakarta : rineka cipta, 2006, hlm. 227

⁶¹ Suharmisimi Arikunto, *Prosedur Penelitian*, Jakarta : Rineka Cipta, 2006, hlm 108-109

sebanyak 20 peserta didik. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik sampling jenuh yaitu mengambil keseluruhan populasi.

C. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggunakan soal tes, lembar observasi dan lembar angket. Teknik tersebut berguna untuk memperoleh data yang dibutuhkan sesuai tujuan penelitian.

1. Tes

Tes adalah seperangkat rangsangan yang diberikan kepada seseorang dengan maksud untuk mendapatkan jawaban yang dapat dijadikan dasar bagi penetapan skor angka.⁶² Soal tes yang digunakan pada penelitian ini berupa soal pilihan ganda yang dilaksanakan sebelum dan sesudah perlakuan/*treatment* diberikan. Soal yang digunakan pada tes awal (pretest) sama dengan soal yang digunakan pada tes akhir (posttest). Hal ini dimaksudkan supaya tidak ada pengaruh perbedaan instrumen terhadap perubahan hasil belajar yang terjadi. Teknik pengerjaan soal pretest dan posttest pada penelitian ini dilakukan secara tertulis. Soal tes yang digunakan adalah soal pilihan ganda.

2. Observasi

Observasi merupakan pengamatan secara sistematis terhadap gejala yang tampak pada objek penelitian.⁶³ Observasi dilakukan untuk melihat aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung. Observasi bertujuan untuk

⁶² S. Margono, *Metodologi Penelitian Pendidikan*, Jakarta : Rineka Cipta, 2010, hlm. 170

⁶³ S. Margono, *Metodologi Penelitian Pendidikan* , Jakarta : Rineka Cipta, 2010, hlm 158

mengetahui adanya kesesuaian antara perencanaan dan pelaksanaan tindakan. Observasi dilakukan untuk mengamati peserta didik yang dilakukan oleh observer dengan menggunakan lembar observasi yang telah disediakan oleh peneliti. Observasi dilakukan pada 20 peserta didik kelas XI MIA di SMA Negeri 2 Bandar Dua.

3. Penyebaran Angket respon

Angket merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dinilainya⁶⁴. Angket pada penelitian ini digunakan untuk melihat respon peserta didik terhadap model pembelajaran *project based learning* (PjBL) dengan pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao pada materi titrasi asam basa. Model angket yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket skala *likert*, yaitu peserta didik diberikan pernyataan yang sudah diberikan skor 1 (sangat tidak setuju), 2 (tidak setuju), 3 (cukup), 4 (setuju), dan 5 (sangat setuju).

D. Instrumen Pengumpulan Data N I R Y

Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan peneliti dalam mengumpulkan data agar pekerjaannya lebih mudah dan hasilnya lebih baik, dalam arti lebih cermat, lengkap, dan sistematis sehingga mudah diolah.⁶⁵ Instrumen pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

⁶⁴ Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan*, Bandung : Alfabeta, 2013, hlm 199

⁶⁵ Jogyanto, *Metode Penelitian Sistem Informasi*, Yogyakarta : Andi, 2008, hlm 89

1. Soal tes

Soal digunakan sebagai alat ukur untuk mengetahui tingkat penguasaan pengetahuan peserta didik. Penelitian ini menggunakan pretest dan posttest, soal pretest dan posttest yang diberikan merupakan instrumen penelitian yang telah disusun oleh peneliti. Pretest dilakukan untuk mengukur kemampuan awal peserta didik sebelum diberikan perlakuan. Posttest dilakukan setelah pemberian perlakuan terhadap peserta didik, yaitu melakukan pembelajaran dengan memanfaatkan hasil limbah fermentasi biji kakao menggunakan model pembelajaran *project based learning* pada materi titrasi asam basa.

Soal yang digunakan dalam penelitian ini berupa soal pilihan ganda dengan jumlah soal sebanyak 10 butir. Kisi-kisi soal diambil dari materi titrasi asam basa kelas XI. Soal berisi tentang indikator asam basa, rumus kimia, reaksi kimia, perhitungan penentuan kadar asam asetat, titik ekuivalen dan jenis titrasi asam basa untuk menentukan asam asetat.

2. Lembar Observasi

Lembar observasi dalam penelitian ini digunakan untuk melihat aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung. Untuk menghitung skor penelitian, lembar observasi menggunakan skala likert dengan menyajikan pernyataan tentang aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran. Lembar observasi diberikan skor yang mempunyai tingkatan jawaban sangat setuju (5), setuju (4), kurang setuju (3) tidak setuju (2), sangat tidak setuju (1).

3. Angket Respon Peserta didik

Angket digunakan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran *project based learning*. Instrument ini berisi pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan penerapan model *project based learning* dengan memanfaatkan limbah hasil fermentasi biji kakao pada materi titrasi asam basa. Instrument ini menggunakan skala likert dengan masing-masing pernyataan diberikan skor 1-5 dengan kategori sangat tidak setuju (1), tidak setuju (2), cukup (3), setuju (4), dan sangat setuju (5).

E. Instrumen pembelajaran

1. Modul Ajar

Modul ajar merupakan perangkat pembelajaran atau rancangan pembelajaran yang berlandaskan pada kurikulum yang diaplikasikan dengan tujuan untuk menggapai standar kompetensi yang telah ditetapkan.⁶⁶ Modul ajar mempunyai peran utama untuk membantu guru dalam merancang pembelajaran. Modul ajar dalam penelitian ini digunakan peneliti untuk membantu proses belajar mengajar yang diharapkan dapat mencapai tujuan yang diinginkan.

2. Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD)

Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) adalah sarana pembelajaran dalam bentuk tertulis atau cetak yang disusun secara sistematis yang dibuat oleh peneliti. LKPD digunakan dalam proses belajar mengajar yang berisi petunjuk-petunjuk

⁶⁶ Nurdyansyah, N. (2018). *Pengembangan Bahan Ajar Modul Ilmu Pengetahuan Alam Bagi Siswa Kelas IV Sekolah Dasar*. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

kegiatan yang akan dilakukan peserta didik.⁶⁷ LKPD dalam penelitian ini dimanfaatkan peneliti untuk memudahkan peserta didik dalam melakukan praktikum titrasi asam basa dengan memanfaatkan limbah hasil fermentasi biji kakao.

F. Teknik Analisis Data

1. Analisis Data Hasil Belajar Peserta Didik

Analisis data hasil belajar peserta didik dilakukan untuk menentukan hasil belajar peserta didik. Analisis ini menggunakan uji *N-Gain*, uji normalitas dan uji hipotesis (Uji *t*).

a. Uji *N-Gain*

N-Gain dilakukan untuk menentukan peningkatan hasil belajar sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) perlakuan (*treatment*). Hasil yang didapatkan dapat diuji menggunakan rumus *N-Gain Score* ialah:

$$N\text{-Gain} = \frac{S_{\text{posttest}} - S_{\text{pretest}}}{S_{\text{maksimal}} - S_{\text{pretest}}}$$

Keterangan :

N-Gain : Peningkatan hasil belajar

S_{maks} : Nilai maksimal tes awal dan tes akhir

S_{pretest} : Nilai *pretest*

S_{posttest} : Nilai *posttest*

⁶⁷ Neni Triana, *LKPD Berbasis Eksperimen: Tingkat Hasil Belajar Siswa*. (DKI Jakarta: Guepedia.com , 2021, h. 15

Nilai N-Gain yang didapatkan kemudian dihitung rata-ratanya dan diinterpretasikan berdasarkan kategori sebagai berikut ⁶⁸:

Tabel 3.2 Kriteria *N-Gain Score*

Nilai N-Gain	Kriteria Penilaian
$g < 0,3$	Rendah
$0,7 < g \leq 0,3$	Sedang
$g \geq 0,7$	Tinggi

Tabel 3.3 Kriteria penentuan tingkat keefektifan

Persentase%	Interpretasi
< 40	Tidak Efektif
40-55	Kurang Efektif
56-75	Cukup Efektif
>76	Efektif

Sumber :Irma Sukarelawan, dkk

b. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk menentukan data dari sampel terdistribusikan normal atau tidak . Selain itu, uji ini dilakukan untuk pengujian selanjutnya untuk melihat penggunaan statistic parametrik atau non parametik.

Hipotesis untuk uji normalitas :

H_0 = data penelitian berdistribusi tidak normal

H_a = data penelitian berdistribusi normal

Data dikatakan memenuhi normalitas jika nilai signifikan $> 0,05$ atau 5%.

Nilai signifikan merupakan angka yang menunjukkan seberapa besar peluang kesalahan yang dapat terjadi dalam analisis, sehingga taraf kepercayaan dari nilai signifikan $> 0,05$ adalah sebesar 95%. Pada bidang pendidikan umumnya menggunakan nilai signifikan sebesar 0,05 atau 5%.

⁶⁸ Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. (Bandung : Alfabeta) 2018. H.155

c. Uji Homogenitas

Dalam analisis Statistik, Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah variasi beberapa data dari populasi memiliki varians yang sama atau tidak.

Dasar atau pengambilan keputusan uji Homogenitas adalah sebagai berikut:

- 1) Jika nilai signifikansi atau Sig. $< 0,05$, maka dikatakan bahwa varians dari dua atau lebih kelompok populasi data adalah tidak sama (tidak homogen)
- 2) Jika nilai signifikansi atau Sig. $> 0,05$, maka dikatakan bahwa varians dari dua atau lebih kelompok populasi data adalah sama (homogen)

d. Uji *Paired Sampel T-Test*

Pengujian hipotesis pada penelitian ini menggunakan uji kesamaan rata-rata t (t-test). Uji dilakukan untuk mengetahui apakah kelas eksperimen dalam keadaan seimbang atau tidak sesudah dilakukan penelitian pada kelas tersebut. Hipotesis statistik yang akan diuji dalam penelitian ini adalah :

Pedoman pengambilan keputusan Uji Paired Sample t test :

- 1) Jika nilai sig. (2-tailed) $< 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Yang artinya terdapat perbedaan rata-rata.
- 2) Jika nilai sig, (2-tailed) $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_a diterima. Yang artinya tidak terdapat perbedaan rata-rata.

2. Analisis Aktivitas Peserta didik

Analisis data aktivitas peserta didik dilakukan dengan menentukan frekuensi dan persentase frekuensi yang dipergunakan oleh peserta didik dalam pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao untuk pembelajaran *project based*

learning titrasi asam basa. Adapun rumus yang digunakan untuk menganalisis data aktivitas peserta didik adalah sebagai berikut⁶⁹:

$$TCR = \frac{\text{Skor Rata-rata}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100\%$$

Tabel 3.4 Tabel Klasifikasi

No	Persentase Pencapaian	Tafsiran
1	85%-100%	Sangat baik
2	66%-84%	Baik
3	51%-65%	Cukup baik
4	36%-50%	Kurang baik
5	0%-35%	Tidak baik

3. Analisis Hasil Respon Peserta didik

Data tentang respon peserta didik diperoleh dari angket respon peserta didik yang kemudian di analisis statistik deskriptif. Data respon peserta didik terhadap pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao untuk pembelajaran *Project Based Learning* dianalisis dengan menghidup presentasi menggunakan rumus berikut⁷⁰ :

$$P = \frac{F}{N} \times 100\%$$

Keterangan : A R - R A N I R Y

P = Persentase respon peserta didik

F = Frekuensi jawaban peserta didik

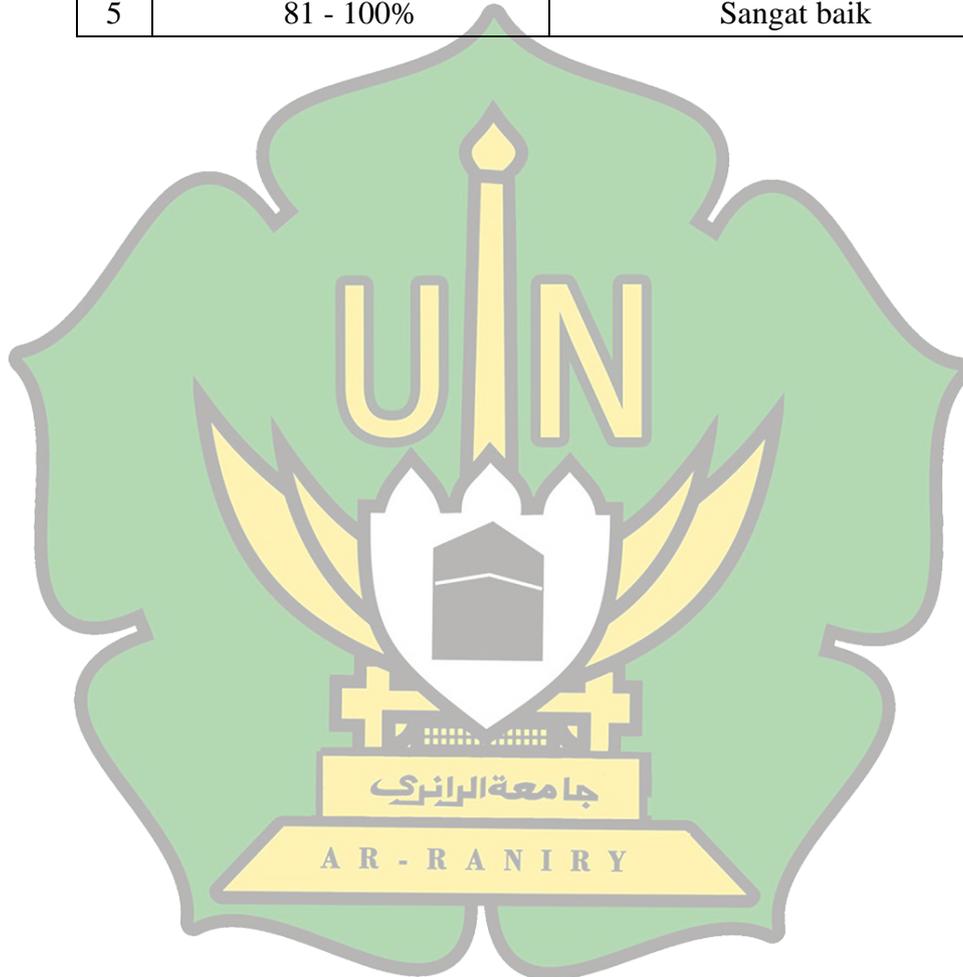
N = Jumlah peserta didik seluruhnya

⁶⁹ Trianto, *Panduan Lengkap Penelitian Tindakan Kelas*, Jakarta : Prestasi Pustaka Publisher, 2011, h. 62-63

⁷⁰ Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, Bandung : Alfabeta, 2015, hlm 95

Tabel 3.5 Kriteria Persentase Respon Peserta Didik⁷¹

No.	Persentase (%)	Kriteria Penilaian
1	0 - 20%	Sangat tidak baik
2	21 - 40%	Tidak baik
3	41 - 60%	Cukup baik
4	61 - 80%	Baik
5	81 - 100%	Sangat baik



⁷¹Edno Kamelta, "Pemanfaatan Internet Oleh Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang", *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan*, 1(2), 2013, hlm 144

BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Deskripsi Penelitian

Penelitian dan proses pengumpulan data dilaksanakan di SMA Negeri 2 Bandar Dua pada tanggal 6 Juni 2024 hingga tanggal 7 Juni 2024. Penelitian ini dilakukan pada kelas XI MIA dengan jumlah peserta didik sebanyak 20 orang. Tujuan penelitian adalah untuk melihat hasil belajar, respon dan aktivitas peserta didik terhadap pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao pada materi titrasi asam basa menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning*.

2. Hasil belajar peserta didik

Berdasarkan hasil Penelitian yang telah dilakukan di SMA Negeri 2 Bandar Dua, adapun data hasil belajar peserta didik adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data hasil pretest dan posttest peserta didik

No	Inisial	Pretest	posttest
1	ADH	50	80
2	AMZ	30	70
3	AFRANI R	40	90
4	CF	60	90
5	CA	20	60
6	DM	40	80
7	DF	50	80
8	FY	40	80
9	FRA	40	90
10	HI	50	60
11	IY	50	90
12	LM	60	100
13	MRA	60	100

14	<i>MY</i>	50	90
15	<i>MA</i>	30	70
16	<i>NM</i>	40	100
17	<i>NH</i>	30	80
18	<i>NF</i>	40	90
19	<i>ZM</i>	30	70
20	<i>ZN</i>	20	60
	Skor total	830	1630
	Rata-rata	41.5	81.5

(sumber : hasil penelitian dari SMA Negeri 2 Bandar Dua)

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa nilai rata-rata pretest peserta didik adalah 41.5, sedangkan nilai rata-rata posttest peserta didik adalah 81.5. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, terdapat peningkatan nilai peserta didik setelah dilakukan pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* pada materi titrasi asam basa.

3. Pengolahan Data

a. Uji *N-Gain Score*

Uji *N-Gain Score* digunakan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar penggunaan suatu perlakuan. Hasil uji *N-Gain* adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data hasil *N-Gain* peserta didik

No	Inisial	Pretest	posttest	<i>N-Gain</i>
1	<i>AD</i>	50	80	0,6
2	<i>AMZ</i>	30	70	0,6
3	<i>AF</i>	40	90	0,8
4	<i>CF</i>	60	90	0,75
5	<i>CA</i>	20	60	0,5
6	<i>DM</i>	40	80	0,6
7	<i>DF</i>	50	80	0,6
8	<i>FY</i>	40	80	0,5
9	<i>FRA</i>	40	90	0,8
10	<i>HI</i>	50	60	0,2
11	<i>IY</i>	50	90	0,8
12	<i>LM</i>	60	100	1

13	<i>MRA</i>	60	100	1
14	<i>MY</i>	50	90	0,8
15	<i>MA</i>	30	70	0,5
16	<i>NM</i>	40	100	1
17	<i>NH</i>	30	80	0,6
18	<i>NF</i>	40	90	0,8
19	<i>ZM</i>	30	70	0,5
20	<i>ZN</i>	20	60	0,5
	Rata-rata	41.5	81.5	0,70

Tabel 4.3 Tabel Hasil Uji N-Gain Score

Variabel	Nilai N-Gain Score	kategori
Hasil Belajar	70,059	Cukup Efektif

Berdasarkan hasil perhitungan uji *N-Gain Score* di atas, menunjukkan bahwa nilai *N-Gain Score* pada kelas eksperimen adalah sebesar 0,70 berkategori tinggi dengan persentase yang didapatkan dari SPSS 27.0 adalah 70,059 dengan kategori cukup efektif.

b. Uji Normalitas Data

Uji normalitas adalah alat uji variabel yang digunakan untuk menguji apakah suatu data berdistribusi normal atau tidak. Hasil uji normalitas pada penelitian ditunjukkan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 4.4 Hasil Uji Normalitas Data

Hasil Belajar	Kelas	Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.
	Pretest	.925	20	.128
	Posttest	.909	20	.061

Sumber : SPSS 27.0

Berdasarkan tabel, diketahui bahwa nilai *Shapiro Wilk* pada pengujian data diatas Sig. > 0,05. Sehingga dapat dikatakan bahwa data yang dihasilkan normal.

c. Uji Homogenitas Data

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui varians peserta didik termasuk homogen atau tidak. Hasil uji homogenitas terhadap hasil *pretest* dan *posttest* menggunakan uji *Levene* dengan SPSS 27.0 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Hasil Uji Homogenitas Data

<i>Tests of Homogeneity of Variances</i>					
		<i>Levene Statistic</i>	df1	df2	Sig.
<i>Pretest - Posttest</i>	<i>Based on Mean</i>	.143	1	38	.707
	<i>Based on Median</i>	.174	1	38	.679
	<i>Based on Median and with adjusted df</i>	.174	1	38.000	.679
	<i>Based on trimmed mean</i>	.139	1	38	.712

Berdasarkan hasil dari tabel diatas dapat diketahui bahwa nilai Sig. Based on Mean yaitu lebih dari 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa varian data adalah **Homogen**.

d. Uji *Paired Sample t-test*

Uji Paired Sample t – tes merupakan bagian dari uji hipotesis komparatif atau uji perbandingan. Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan rata-rata dari *pretest* dan *posttest*. Untuk membuktikan apakah perbedaan tersebut signifikan atau tidak, dapat dilihat dari hasil uji *paired sample t-test* berikut:

Tabel 4.6 Tabel Output “*paired sample t-test*”

Paired Sample Statistic		
t	df	Sig.(2-tailed)
-17.436	20	0.000

Sumber : SPSS 27.0

Berdasarkan data diatas, diketahui nilai Sig. (2-tailed) $0,000 < 0,05$. sehingga *pretest* dan *post-test* terdapat perbedaan yang signifikan

e. Data Observasi Aktivitas Peserta Didik

Data observasi aktivitas peserta didik diperoleh dari lembar observasi aktivitas peserta didik dengan tujuan untuk melihat bagaimana aktivitas peserta didik selama melakukan penelitian terhadap pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao terhadap model pembelajaran *Project Based Learning* pada materi titrasi asam basa. Jumlah responden yang digunakan sebanyak 20 peserta didik dari kelas XI Mia yang diisi setelah selesai melakukan pembelajaran. Adapun hasil respon peserta didik adalah sebagai berikut :

Tabel 4.7 Hasil Observasi Aktivitas Peserta Didik

No	Pertanyaan	Kriteria Penilaian					Skor
		1	2	3	4	5	
1	Peserta didik memperhatikan guru ketika membuka pelajaran	0	0	0	0	20	100
2	Peserta didik menyimak guru memberikan apersepsi dan motivasi terhadap materi yang dipelajari	0	0	0	16	4	84
3	Peserta didik mendengarkan penjelasan guru tentang materi titrasi asam basa	0	0	0	15	5	85
4	Peserta didik aktif dalam proses pembelajaran	0	0	1	6	14	94
5	Peserta didik mengerjakan soal latihan dengan baik	0	0	1	11	9	89
6	Fase 1 (Penentuan Pertanyaan Mendasar) Peserta didik menyimak dan mendengar	0	0	0	13	7	87
7	Peserta didik mengidentifikasi permasalahan terkait topik fermentasi biji kakao	0	0	0	17	3	83
8	Fase 2 (Mendesain Pertanyaan Proyek) Peserta didik bersama kelompok mengidentifikasi perencanaan proyek terkait dengan penyelesaian permasalahan	0	0	0	18	2	82
9	Fase 3 (Menentukan Jadwal) Peserta didik menetapkan waktu untuk pengerjaan tahapan proyek.	0	0	2	18	2	82
10	Fase 4 (Penyelesaian Proyek) Peserta didik mengerjakan proyek secara optimal dan bekerja secara efektif dan efisien dalam kelompok.	0	0	0	0	20	100

11	Peserta didik mempresentasikan hasil pembuatan proyek yang telah mereka buat.	0	0	0	3	17	97
12	Peserta didik mendengarkan presentasi dan memberi tanggapan	0	0	0	8	13	97
13	Peserta didik mendengarkan penjelasan dari guru dan bertanya tentang materi yang tidak dipahami	0	0	0	17	3	83
14	Peserta didik menyimpulkan materi pembelajaran yang disampaikan oleh guru	0	0	0	1	19	99
15	Peserta didik mendengarkan materi selanjutnya yang disampaikan guru dan hubungan materi yang didapatkan dengan materi lain	0	0	0	11	19	89
Jumlah skor total		1351					
Rata-rata skor		90,06					
TCR		90,06%					
Kriteria		Sangat baik					

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa skor rata-rata yang dihasilkan dari hasil observasi aktivitas peserta didik adalah 90.06, sehingga mendapatkan TCR (Tingkat Capaian Responden) sebesar 90,06% menggunakan rumus sebagai berikut :

$$TCR = \frac{\text{Skor Rata - rata}}{\text{Skor Maks}} \times 100\%$$

$$TCR = \frac{90,06}{100} \times 100\%$$

$$TCR = 0,9006 \times 100\% = 90,06\%$$

f. Data Respon Peserta Didik

Data respon peserta didik diperoleh dari angket respon peserta didik dengan tujuan untuk melihat respon peserta didik terhadap pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao terhadap model pembelajaran *Project Based Learning* pada materi titrasi asam basa. Jumlah responden yang digunakan sebanyak 20 peserta didik dari kelas XI Mia yang diisi setelah pembelajaran dilakukan. Adapun hasil respon peserta didik adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8 Hasil respon peserta didik di SMA Negeri 2 Bandar Dua

No	Pertanyaan	Kriteria Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Penggunaan model PjBL dapat meningkatkan pemahaman saya terhadap materi titrasi asam basa	0	0	2	4	14
2	Saya sangat menyukai pembelajaran kimia pada materi titrasi asam basa dengan menggunakan model PjBL	0	0	0	8	12
3	Materi titrasi asam basa mudah dipahami jika menggunakan model pembelajaran PjBL	0	0	0	4	16
4	Proyek yang direncanakan sangat menyenangkan karena dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari	0	0	1	9	10
5	Melalui proyek yang dilakukan dapat membuat saya lebih aktif berpartisipasi dalam kelas	0	0	1	7	12
6	Langkah-langkah pengerjaan proyek di LKPD sudah rinci dan jelas	0	0	0	6	14
7	Setelah mengikuti pembelajaran PjBL dapat meningkatkan keterampilan saya dalam penyelesaian masalah	0	0	0	10	10
8	Aktivitas kelompok dalam pengerjaan proyek mendorong saya untuk bertanya dan mengemukakan pendapat	0	0	0	8	12
9	Partisipasi guru membuat saya lebih mudah dalam mengerjakan proyek	0	0	2	6	12
10	Setelah mengikuti pembelajaran dengan model PjBL ini dapat meningkatkan minat belajar saya terhadap materi titrasi asam basa	0	0	0	6	14
11	Model pembelajaran PjBL mampu mendorong saya untuk berpikir kreatif untuk penyelesaian masalah	0	0	0	8	12
12	Proyek yang diberikan oleh guru dapat mendorong saya bekerja sama dengan teman	0	0	0	9	11

13	Pembelajaran menggunakan proyek membuat saya lebih lebih aktif didalam kelas	0	0	0	5	15
14	Penggunaan model pembelajaran PjBL pada pembelajaran kimia tidak membosankan	0	0	0	10	10
15	Pembelajaran kimia berbasis proyek sangat bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari	0	0	2	3	15
Jumlah frekuensi					8	103
Jumlah skor					24	412
Jumlah total skor		1381				
Rata-rata		69,05				
Persentase		92,06%				
Tingkat Persentase		81-100%				
Kriteria		Sangat baik				



Gambar 4. 1 Hasil respon peserta didik

Berdasarkan uraian dari tabel diatas diketahui bahwa data yang diperoleh dari 15 indikator pernyataan yang sudah disediakan, terdapat jumlah frekuensi yang memilih kategori “sangat setuju” sebesar 189, kategori “setuju” sebesar 103, kategori “cukup setuju” sebesar 8, kategori “tidak setuju” sebesar 0 dan kategori “sangat tidak setuju” sebesar 0.

Hasil penelitian yang telah dilakukan mendapatkan jumlah skor respon peserta didik dengan total skor 1381. Untuk menghitung persentase respon peserta didik yang didapatkan jumlah total skor dibagi dengan skor maksimum, mencari skor maksimum sebagai berikut:

Skor Maksimum = Jumlah responden \times Jumlah skala likert \times Jumlah pernyataan

Hasil respon mahapeserta didik memberikan nilai yang berkisaran 3, 4 dan 5 dengan jumlah skor total 1381. Kemudian jumlah skor total dibagi dengan skor maksimum yaitu $20 \times 5 \times 15 = 1.500$. Apabila menggunakan rumus persentase adalah sebagai berikut:

$$p = \frac{f}{N} = 100\%$$

$$p = \frac{1381}{1.500} \times 100\%$$

$$p = 0,920 \times 100\%$$

$$p = 92\%$$

B. Pembahasan

Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan instrument penelitian, yaitu hasil belajar yang menggunakan soal tes pilihan ganda terdiri dari tes awal (*pretest*) sebanyak 10 butir dan tes akhir (*posttest*) sebanyak 10 butir, lembar observasi aktivitas peserta didik dan lembar angket respon peserta didik. Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 2 Bandar Dua dengan jumlah peserta didik sebanyak 20 orang. Pemberian tes awal (*pretest*) merupakan tahap pertama yang dilakukan oleh peneliti sebelum melakukan perlakuan, Perlakuan yang

dilakukan oleh peneliti berupa pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao menggunakan *Project Based Learning* pada materi titrasi asam basa. Setelah dilakukannya perlakuan, peneliti memberikan tes akhir (*posttest*) terhadap peserta didik.

Kemampuan peserta didik dapat dilihat dari tes yang akan dilakukan. Tes ini bertujuan untuk melihat hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan. Selanjutnya, lembar observasi aktivitas peserta didik digunakan untuk melihat kegiatan peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung yang dilakukan pengisian oleh observer. Terakhir, peneliti menggunakan lembar angket respon kepada peserta didik setelah proses pembelajaran berakhir untuk melihat respon peserta didik terhadap model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao pada materi titrasi asam basa. Penelitian yang telah dilakukan di SMA Negeri 2 Bandar Dua diperoleh data-data yang telah dianalisis menggunakan analisis kuantitatif deskriptif. جامعة البراري

Limbah hasil fermentasi biji kakao atau disebut dengan cairan pulpa kakao yang digunakan dalam pembelajaran ini dapat dimanfaatkan untuk melakukan praktikum titrasi asam basa. Cairan pulpa kakao mengandung asam asetat yang dapat dimanfaatkan untuk membuat cuka makanan. Selain itu, cairan pulpa kakao dapat ditentukan kadar asam asetatnya menggunakan metode titrimetri yaitu titrasi asam basa. Praktikum titrasi asam basa dilakukan di laboratorium kimia dengan 4 kelompok peserta didik. Praktikum titrasi asam basa ini dimulai dari fermentasi biji kakao yang dilakukan selama satu hari oleh peneliti, fermentasi dilakukan secara

manual menggunakan karung yang biasanya dilakukan oleh petani di daerah tersebut sebelum melakukan pengeringan biji kakao. Setelah proses fermentasi, cairan pulpa kakao yang didapatkan digunakan oleh peserta didik untuk melakukan praktikum. Langkah-langkah praktikum dimulai dari cairan pulpa kakao yang ditimbang terlebih dahulu untuk diencerkan, setelah pengenceran cairan pulpa kakao tersebut di saring menggunakan kertas saring. Filtrat cairan pulpa kakao yang dihasilkan dari penyaringan ditambah indikator PP untuk mengetahui titik akhir titrasi. Selanjutnya, larutan tersebut dititrasi menggunakan larutan NaOH hingga berubah warna menjadi merah muda pudar. Setelah menghitung konsentrasi dan kadar asam asetat dalam cairan pulpa biji kakao, rata-rata kadar asam asetat yang dihasilkan adalah 0,6%.

Data hasil belajar peserta didik diolah menggunakan N-Gain yang mendapatkan selisih nilai pretest dan posttest adalah 0,7 dengan kriteria N-Gain tinggi. Selanjutnya, persentase yang didapatkan dari uji SPSS 27.0 menghasilkan 70,06 dengan kriteria cukup efektif. Berdasarkan data yang dihasilkan tersebut dapat diketahui bahwa pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao untuk pembelajaran *Project Based Learning (PjBL)* pada materi titrasi asam basa di SMA Negeri 2 Bandar Dua termasuk cukup efektif. Hal ini menunjukkan bahwa adanya peningkatan yang tinggi dari hasil pretest dan posttest sehingga dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Hal ini didukung oleh penelitian Lily Budinurani yang menyatakan bahwa nilai N-Gain peserta didik yang dihasilkan setelah melakukan proses pembelajaran menggunakan *Project Based Learning* adalah 0,72 pada kelas eksperimen dengan nilai persentase adalah 72%, sehingga dapat diketahui bahwa

peningkatan hasil belajar peserta didik tergolong tinggi.⁷² Penelitian Agus Muliaman juga mengatakan peningkatan hasil belajar peserta didik dengan uji N-Gain menghasilkan nilai sebesar 0,73 dengan kriteria tinggi.⁷³ Berdasarkan penelitian Elisabet Rosmadelila Gultom dan Zainuddin Muchtar dengan judul “Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek Pada Pembelajaran E-Learning Materi Kesetimbangan Kimia” menyatakan bahwa N-Gain peserta didik yang dihasilkan setelah diterapkan pembelajaran berbasis proyek pada kelas eksperimen adalah 0,77 dengan kategori tinggi.⁷⁴

Uji normalitas data digunakan untuk menguji apakah suatu data berdistribusi normal atau tidak dimana apabila data yang diperoleh signifikansi $>5\%$ atau 0.05, maka data berdistribusi normal. Sebaliknya apabila signifikansi $<5\%$ atau 0.05, maka data tidak berdistribusi dengan normal. Berdasarkan data yang diperoleh dari SPSS 27.0 menghasilkan pretest $0.128 > 0.05$ dan posttest $0.061 > 0.05$, sehingga dapat diketahui bahwa data yang diperoleh dari hasil penelitian terdistribusi normal. Selanjutnya Uji *paired sample t-test* dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan. Berdasarkan hasil olah data menggunakan SPSS 27.0 menghasilkan Berdasarkan Output “*Paired Sample Test*”

⁷²Lily Budinurani, “Pengaruh Project Based Learning dalam meningkatkan Prestasi Belajar dan Karakter Siswa pada Materi Larutan dengan Sarana Lesson Study”, *Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, 3(2), hal 24

⁷³Agus Muliaman, “Efektivitas Model Project Based Learning Berorientasi eXe Learning dan Motivasi Terhadap Hasil Belajar Pada Materi Laju Reaksi”, *Jurnal Ilmu Pendidikan (JIP) STKIP Kusuma Negara*,13(1), hal 55

⁷⁴Elisabet Rosmadelila Gultom Dan Zainuddin Muchtar, “Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek Pada Pembelajaran E-Learning Materi Kesetimbangan Kimia”, *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1(4), Hal 333

diatas, diketahui nilai Sig. (2-tailed) $0,000 < 0,05$. Sehingga pretest post test terdapat perbedaan yang signifikan.

Berdasarkan data yang diperoleh dari analisis tersebut dapat diketahui bahwa pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao dengan model pembelajaran *Project Based Learning* pada materi asam basa dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Dimana pada pembelajaran ini peserta didik lebih ditekankan pada pengerjaan proyek yang membuat peserta didik memiliki peran penting untuk menyelesaikan proyek dengan baik. Hal ini juga dapat dilihat bahwa pembelajaran ini tidak membosankan dan dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik.

Observasi aktivitas peserta didik dilakukan menggunakan lembar observasi yang berisi pernyataan tentang aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung. Lembar observasi aktivitas peserta didik ini menggunakan 5 skala, yaitu 1 (sangat tidak setuju), 2 (tidak setuju), 3 (cukup setuju), 4 (setuju), dan 5 (sangat setuju). Hasil dari pengumpulan data observasi aktivitas peserta didik ini memperoleh nilai 90,06% yang berada dalam 85%-100% dengan presentasi pencapaian "sangat baik" sehingga dapat diketahui bahwa aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao terhadap *Project Based Learning* pada materi titrasi asam basa sangat baik, dimana peserta didik dapat memecahkan masalah, bekerja sama, dan menyelesaikan proyek dengan baik. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Amlisa Mutiandini Sipahutar yang menyatakan bahwa aktivitas peserta didik di MAN Indrapuri Aceh Besar menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning*. Data yang diperoleh mendapatkan nilai persentase rata-rata adalah 89,1% dengan kategori

sangat baik.⁷⁵ Hal ini juga didukung oleh penelitian Boy dkk, menyatakan bahwa peningkatan hasil observasi aktivitas belajar peserta didik dengan menggunakan Model PjBL sebesar 90,83%⁷⁶

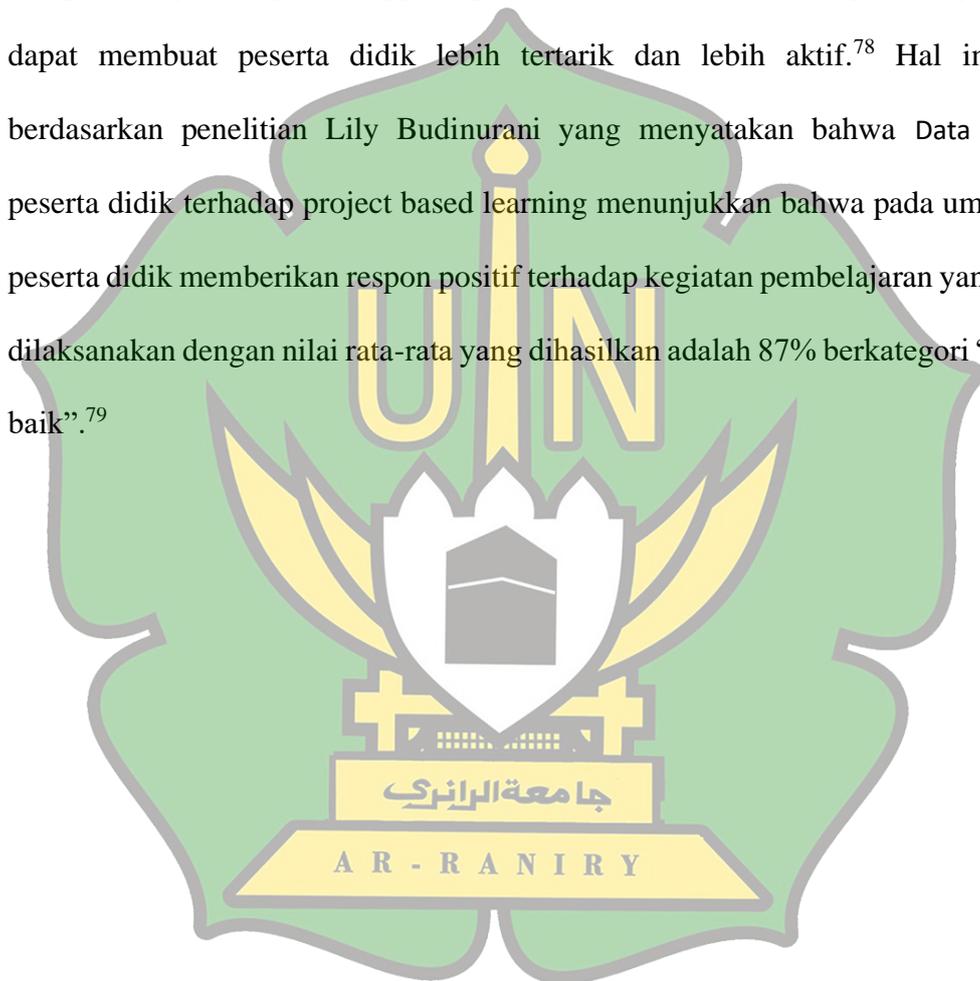
Angket respon peserta didik, dilakukan untuk melihat respon peserta didik terhadap model pembelajaran *Project Based Learning*. Angket respon peserta didik sudah tersedia pernyataan yang diberikan 5 skala penilaian yaitu 5 (sangat setuju), 4 (Setuju), 3 (kurang setuju), 2 (tidak setuju), 1 (sangat tidak setuju). Berdasarkan hasil keseluruhan yang didapatkan melalui analisis tersebut menunjukkan bahwa dari rata-rata persentase respon peserta didik yaitu 92,06% yang berada dalam nilai 81-100 dengan kriteria “sangat baik”. Dengan demikian pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao terhadap *Project Based Learning* pada materi titrasi asam basa menurut respon menunjukkan bahwa mampu meningkatkan proses belajar peserta didik, meningkatkan motivasi peserta didik dalam pembelajaran, dan juga tidak membosankan bagi peserta didik.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Nur Azmiati, menyatakan bahwa hasil data yang diperoleh menunjukkan nilai rata-rata 92.813% dengan

⁷⁵ Amlisa Mutiandini Sipahutar , “Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Koloid Di MAN Indrapuri Aceh Besar”, *Skripsi*, (Banda Aceh : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry,2023), h 79.

⁷⁶ Boy Kristi Siburian, Meytij Jeanne Rampe & Johny Zeth Lombok, “Penerapan Model Project Based Learning (PjBL) Pada Materi Asam Basa di Kelas XI IPA SMA Negeri 2 Tondano”, *Oxygenius : Journal Of Chemistry Education*, 3(2), 2021, hal 76-80

kategori sangat baik.⁷⁷ Hal ini juga berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sarah yang menyatakan bahwa penggunaan model pembelajaran *Project Based Learning* memperoleh nilai rata-rata peserta didik sebesar 94.71% dengan kategori sangat setuju sehingga dapat diketahui bahwa model pembelajaran ini dapat membuat peserta didik lebih tertarik dan lebih aktif.⁷⁸ Hal ini juga berdasarkan penelitian Lily Budinurani yang menyatakan bahwa Data respon peserta didik terhadap project based learning menunjukkan bahwa pada umumnya peserta didik memberikan respon positif terhadap kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan dengan nilai rata-rata yang dihasilkan adalah 87% berkategori “sangat baik”.⁷⁹



⁷⁷ Nur Azmiati, “Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Minyak Bumi di SMA Negeri 1 Simpang Kanan”, *Skripsi*, (Banda Aceh : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry,2018), h.68.

⁷⁸ Sarah Fitria, dkk, “Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Termokimia Di SMKN 1 Darul Kamal Aceh Besar”, *Skripsi*, (Banda Aceh : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry,2017), h.67.

⁷⁹Lily Budinurani, “Pengaruh Project Based Learning dalam meningkatkan Prestasi Belajar dan Karakter Siswa pada Materi Larutan dengan Sarana Lesson Study”, *Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, 3(2), hal 25-28

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian dan pembahasan yang telah dipaparkan diatas, maka peneliti mengambil kesimpulan adalah sebagai berikut :

1. Pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao terhadap *Project Based Learning* pada materi titrasi asam basa dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Melalui uji N-Gain menunjukkan bahwa sebesar 0.7 dengan kriteria N-Gain tinggi dan persentase 70,06% dengan kriteria cukup efektif. Berdasarkan uji hipotesis mendapatkan nilai Sig. (2-tailed) $0,000 < 0,05$. Sehingga pretest post test terdapat perbedaan yang signifikan.
2. Berdasarkan lembar observasi aktivitas peserta didik terhadap pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao untuk pembelajaran *Project Based Learning* pada materi titrasi asam basa menghasilkan persentase 92% dengan kategori sangat baik.
3. Berdasarkan lembar angket respon peserta didik terhadap pemanfaatan limbah hasil fermentasi biji kakao untuk pembelajaran *Project Based Learning* pada materi titrasi asam basa menghasilkan persentase 92,06% dengan kategori sangat baik.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka adapun saran dari penulis adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan kepada guru agar menggunakan lingkungan sehari-hari sebagai bahan utama pembelajaran dengan menerapkan model pembelajaran *Project Based Learning* karena terbukti efektif digunakan dan dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik.
2. Diharapkan kepada peneliti lain, dapat melanjutkan penelitian tentang limbah hasil fermentasi biji kakao dengan hasil yang lebih optimal lagi sebaiknya penelitian dilakukan di beberapa sekolah sehingga dapat diketahui tingkat efektif yang lebih maksimal dari penggunaan model pembelajaran *Project Based Learning* pada materi titrasi asam basa.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Baidhawi, Khaidir, (2019), “ Efektivitas Limbah Cair Hasil Fermentasi Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Terhadap Pengendalian Gulma Berdaun Lebar”, *Jurnal Agro Samudra*, 6(2), hlm 38-46
- Achadiah, Teknologi Pengolahan Kopi Kakao, Yogyakarta:Instiper Yogyakarta,2017, hlm.50-51
- Agus Muliaman,(2021). “Efektivitas Model Project Based Learning Berorientasi Exe Learning dan Motivasi Terhadap Hasil Belajar Pada Materi Laju Reaksi”, *Jurnal Ilmu Pendidikan (JIP) STKIP Kusuma Negara*,13(1), hal 55
- Amlisa Mutiandini Sipahutar ,2023. “Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Hasil Belajar Peserta didik Pada Materi Koloid Di MAN Indrapuri Aceh Besar”, *Skripsi*, (Banda Aceh : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, h 79.
- Anggriani Frida, dkk. “Pengaruh Project Based Learning Produk Kimia Terhadap Pemahaman Konsep Dan Keterampilan Proses Peserta didik SMA, *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*. 2019. vol 13 No 2. H 2404-2413
- Any Guntarti. (2016). “Kadar Polifenol Total Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana*) Pada Variasi Asal Daerah,” *Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 3(1), hlm. 23
- Bonaraja Purba, dkk. Pengantar Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Medan : Yayasan Kita Menulis.
- Boy Kristi Siburian,Meytij Jeanne Rampe & Johny Zeth Lombok, (2021). “Penerapan Model Project Based Learning (PjBL) Pada Materi Asam Basa di Kelas XI IPA SMA Negeri 2 Tondano”,*Oxygenius : Journal Of Chemistry Education*, 3(2), hal 76-80
- Brady, James E. 1988. *Kimia Universitas Asas dan Struktur*. Jakarta : Binarupa Aksara
- Budi Martono, (2014). “ Karakteristik Dan Kegiatan Plasma Nutfah Tanaman Kakao”, *Jurnal Inovasi Teknologi*, 5(2), hlm 15
- Corti R, Flammer AJ, Hollenberg NK, Luscher TF. 2009.. Cocoa and Cardiovascular Healt. *Comptemporary Review in Cardiovascular Medicine*.199

- Daru Mulyono. (2017). “Harmonisasai Kebijakan Hulu-Hilir Dalam Pengembangan Budidaya Dan Industri Pengolahan Kakao Nasional”, *Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan Public*. 7(2). Hlm 95-110
- David L. Katz, Kim Doughty, dan Ather Ali. (2011). “Cacao and Chocolate in Human Health and Disease”. *Antioxid Redox Signal*. 15(10), hlm 2779-2811
- David W. Oxtoby. Gillis, dan Norman H. Nachtrieb. 2001. *Prinsip-Prinsip Kimia Modern (Jilid I), Terjemahan Suminar Setiati Achmadi*, Jakarta : Erlangga
- Day dan Underwood. 2001. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi 6. Jakarta: Erlangga
- Day, Underwood. 1989. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta : Gramedia
- Edno Kamelta, (2013). “Pemanfaatan Internet Oleh Mahapeserta didik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang”, *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan*, 1(2), hlm 144
- Elisabet Rosmadelila Gultom Dan Zainuddin Muchtar, (2018). “Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek Pada Pembelajaran E-Learning Materi Kesetimbangan Kimia”, *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1(4), Hal 333
- Evi Nora, (2019) “Analisis Perbandingan Pendapatan Petani Kakao Dipidie Jaya Ditinjau Dari Maqashid Syariah : Studi Kasus Petani Yang Menjual Kakao Ke Socolatte Dan Petani Yang Menjual Keluar Socolatte”, *Skripsi*, Banda Aceh : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Evi Tri Uthami, dkk. (2023). “Analisis Problematika Kurikulum Merdeka Pada Mata Pelajaran Kimia Disekolah Menengah Atas”, *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, , Vol. 3, No. 1, h. 102-108
- Gembong Tjitrosoepomo. 1985. *Morfologi Tumbuhan*, Yogyakarta : Gadjah Mada University
- H. Jody Moenandir, 1988, *Ilmu gulma* ,Jakarta: Rajawali
- Hamsir, (2017). “Penerapan Metode Eksperimen Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik SMA Negeri 1 Turatea Kabupaten Jeneponto”, *Jurnal Penelitian Dan Penalaran*, 4(2), hlm 732-741
- Hasanah Uswatun. (2023). “Pemanfaatan Limbah Organik Menjadi Pupuk Kompos Menggunakan Metode Takakura Dan Pengaruh Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L.*)”. *Skripsi*. Medan : Universitas Medan Area. Hlm 5

- Islami Audy, (2022), "Identifikasi Kadar Asam Asetat Pada Ecoenzyme Dari Bahan Organic Kulit Jeruk Denga Metode Titrasi Asam Basa", *Skripsi*, Padang : Universitas Negeri Padang, Hlm 17
- Jogiyanto, 2008. *Metode Penelitian Sistem Informasi*, Yogyakarta : Andi
- Juniaty Towaha. (2013). "Diversifikasi Produk Berbasis Pulpa Kakao," *Jurnal Smirnov*, 1(2), hlm. 58
- Karinaningsih. 2010. *Studi Komparasi Pembelajaran TIK dengan Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Numbered Heads Together Structure (NHTS) dan Model Pembelajaran AIR untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta didik SMA*. Universitas Pendidikan Indonesia
- Keenan. 1982. *Kimia Untuk Universitas*. Jakarta : Erlangga
- Kinanti Padi Pratiwi, (2018), "penerapan model pembelajaran *project based learning* untuk meningkatkan keaktifan dan motivasi belajar peserta didik mata pelajaran simulasi dan komunikasi digital di smkn 2 klaten", *Skripsi*, Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta, h. 3
- Kinanti Padi Pratiwi. 2018. "Penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning* Untuk Meningkatkan Keaktifan dan Motivasi Belajar Peserta didik Mata Pelajaran Simulasi dan Komunikasi Digital Di SMKN 2 Klaten", *Skripsi*, Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta, h. 22
- Kirana Sanggraini Sasmitaloka, (2017), "Produksi Asam Sitrat Oleh Aspergillus Niger Pada Kultivasi Media Cair", *Jurnal Integrasi Proses*, 6(3), Hlm 117
- Lily Budinurani, (2018). "Pengaruh Project Based Learning dalam meningkatkan Prestasi Belajar dan Karakter Peserta didik pada Materi Larutan dengan Sarana Lesson Study", *Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, 3(2), hal 24
- Lily Budinurani, (2023). "Pengaruh Project Based Learning dalam meningkatkan Prestasi Belajar dan Karakter Peserta didik pada Materi Larutan dengan Sarana Lesson Study", *Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, 3(2), hal 25-28
- Lukito A.M, *Panduan Lengkap Budidaya Kakao*. Jakarta : PT Agromedia Pustaka
- Lungguk Sitorus, Julius Pontoh, dan Vanda Kamu, (2015), "Analisis Beberapa Asam Organic Dengan Metode Hing Performance Liquid Chromatography (HPLC) Grace Smart Rp 15," *Jurnal Mipa*. 4(2), hlm 149

- Made Puspa Aridona dkk, (2015), "Pengaruh Lama Fermentasi Alami Secara Aerob Cairan Pulpa Hasil Samping Fermentasi Biji Kakao Terhadap Karakteristik Cuka Fermentasi", *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustry*, 3(3), h. 82-94
- Made Wena. 2011. *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer*. Jakarta : PT Bumi Aksara
- Mahadewi, Anak Agung Sagung Mirah, Putra Gp. Ganda, & Wrsiati Luh Putu, (2014). "Pemanfaatan Limbah Cairan Pulpa Hasil Samping Fermentasi Biji Kakao Sebagai Bahan Dasar Asam Asetat Dengan Proses Distilasi", *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 2(2), Hlm 36-46
- Marta, H., Fitria, Y., Hadiyanto, H., & Zikri, A. "Penerapan Pendekatan Contextual Teaching and Learning Pada Pembelajaran Ipa Untuk meningkatkan Hasil Belajar dan Motivasi Belajar Peserta didik Sekolah Dasar". *Jurnal Basicedu*, 2(1). H 149-157
- Martono, "Karakteristik Morfologi dan Kegiatan Plasma Nutfah Tanaman Kakao, " hlm 19-20
- Meltzer, David E, (2002). "The Relationship Between Mathematics Preparation And Conceptual Learning Gains In Physics: A Possible "Hidden Variable" In Diagnostic Pretest Scores", *Journal American Association Of Physics Teachers*, 70 (12), Hlm 1260
- Minarni, Epinur, Yusnidar, Fuldiarman. (2023). "Pemanfaatan Limbah Buah dan Sayuran Pasar Sebagai Bahan Baku Pada Pembuatan Indikator Asam Basa Alami Pada Praktikum Kimia Untuk Meningkatkan Kompetensi 4C", *JPM Pinang Masak*, vol. 4, No. 1, H. 15-23
- Mudrikah, dkk. 2022. *Inovasi Pembelajaran Di Abad 21*. Sukoharjo : Pradina Pustaka.
- Muhammad Ali dan Mohammad Asrori. 2011. *Psikologi Remaja Perkembangan Peserta Didik*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Muhammad Rosid, (2019), "Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif Dan Aktivitas Belajar Peserta didik Dalam Pembelajaran Kimia: Bahan Kimia Dalam Kehidupan Sehari-Hari Menggunakan Model Project Based Learning", *Jurnal Pembelajaran Fisika*, Vol. 8, No. 3, H. 195-201
- Mulono Apriyanto, (2017), "Perubahan pH, Keasaman dan Indeks Fermentasi Biji Kakao Selama Fermentasi Hasil Biji Kakao (Theobromo Cacao)", *Jurnal Teknologi Pertanian*, 6(1), h. 12-18

- Musbiki. 2010. *Guru Yang Menakjubkan*, Yogyakarta : Buku Biru
- Nugrahani, Hervianto Nurfitriani, Apriyani Ida, Bahri Saiful, (2021), “Analisis Kadar Asam Asetat Hasil Fermentasi Buah Kedondong (*Spondias dulcis* Parkinson) dengan Metode Titrasi Alkalimetri”, *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 14(2), hlm 97-101
- Nur Azmiati, 2018, “Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap Hasil Belajar Peserta didik Pada Materi Minyak Bumi di SMA Negeri 1 Simpang Kanan”, *Skripsi*, (Banda Aceh : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. h.68.
- Nurfadillah dkk, (2018). “ Pemanfaatan Limbah Pulp Kakao Menjadi Nata De Cacao”, *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, vol 4, hlm 24-33
- Pakundari, Indah. (2011). “Uji Kualitas Pupuk Cair Dengan Menggunakan Mikroorganismes Lokal (Mol) Yang Terbuat Dari Limbah Tomat Dan Limbah Pisang”, *Skripsi*, tarakan : Universitas Borneo Tarakan. Hlm 8
- Pasau Caturina, (2013), “Efektivitas Penggunaan Asam Asetat Pada Pemeraman Biji Kakao Segar Sebagai Analog Fermentasi”, *E-Journal Agrotekbis*, 1(2), Hlm 113-120
- Prativi Mahensa Billqys Nurhayati, (2013), “ Kajian Pembentukan Asam Asetat Pada Pengolahan Limbah Pulp Kakao Secara Anaerob”, *Widyariset*, 16(3), Hlm 425-434
- Riduwan Abdullah Sani. 2014. *Inovasi Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Rohmah Jamilatur & Chylen Setyo Rini, 2020, *Buku Ajar Kimia Analisis*, Jawa Timur : Umsida Press
- S. Margono. 2010. *Metodologi Penelitian Pendidikan*, Jakarta : Rineka Cipta
- Sabahannur St & Ralle Andi. (2018). “Peningkatan Kadar Alkohol, Asam dan Polifenol Limbah Cairan Pulp Biji Kakao dengan Penambahan Sukrosa dan Ragi”, *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 13(1), hlm 53-61
- Sani Riduwan Abdullah. 2014. *Inovasi Pembelajaran*. H 181-182
- Saragih Bernatal, dkk. 2022, *Pertanian dan Masa Depan*, Yogyakarta : Cv Budi Utama
- Sarah Fitria, dkk, 2017 “Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Hasil Belajar Peserta didik Pada Materi Termokimia Di SMKN 1 Darul Kamal Aceh Besar”, *Skripsi*, (Banda Aceh : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry,.) h.67.

- Sasmono, (2018), "Project Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kimia Peserta didik Pokok Bahasan Hakikat Ilmu Kimia", *Jurnal Pendidikan Ipa Veteran*, 2(2), h 190-200
- Sekar Dwi Ardianti, Ika Ari Pratiwi, dan Mohammad Kanzunudin, (2017), "Implementasi *Project Based Learning* (PjBl) Berpendekatan *Science Edutainment* Terhadap Kreativitas Peserta Didik", *Jurnal Refleksi Edukatika*, 7(2), h. 146-150
- Septyani Putri Yunita. (2015). "Penerapan Model Project Based Learning Pada Materi Hidrokarbon Dan Minyak Bumi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Aktivitas Peserta didik SMAN 14 Semarang"*Skripsi*, Semarang : Universitas Negeri Semarang
- St. Sabahnur dan Andi Ralle. (2018). "Peningkatan Kadar Alkohol, Asam Dan Polifenol Limbah Cairan Pulp Kakao Dengan Penambahan Sukrosa Dan Ragi", *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 13(1), Hlm. 53
- Sudarto, Unggul. 2008. *Analisis Kimia Dasar*. Yogyakarta : UNY
- Sudjana Nana, 2009. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya
- Sugiyono, 2011. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*, Bandung : Alfabeta
- Sugiyono, 2015. *Pengantar Statistik Pendidikan*, Jakarta : Rajawali Pers
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung : Alfabeta
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif dan R&D*, Bandung : Alfabeta
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D* .(Bandung:Alfabeta). H.255
- Sukarelawan,MA dkk. 2024. *N-Gain Vs Staking : Analisis Perubahan Abilitas Peserta Didik dalam Desain One Group Pretest-Posttest*. D.I Yogyakarta :Suryacahya
- Suharmisimi Arikounto 2006. *Prosedur Penelitian*, Jakarta : Rineka Cipta
- Suharsimi Arikounto, 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta : Rineka Cipta
- Sulistiyowati dan Sunaryo. (2015). "Optimasi Lama Fermentasi Dan Perendaman Biji Kakao Mulia,"*Pelita Perkebunan*, 5(1), hlm 42

Lampiran 1 SK Pembimbing



KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
NOMOR. 2011/Un.08/FTK/Kp.07.6/02/2024

TENTANG:
PENGGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

DEKAN FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

Menimbang : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk Pembimbing skripsi;

b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk diangkat dalam jabatan sebagai Pembimbing skripsi Mahasiswa;

c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;

2. Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen;

3. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;

4. Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2012, tentang perubahan atas peraturan pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2005 tentang pengelolaan keuangan Badan Layanan Umum;

5. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;

6. Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang perubahan Institusi Agama Islam negeri Ar-Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;

7. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 44 Tahun 2022, tentang Organisasi & Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;

8. Peraturan Menteri Agama Nomor 14 Tahun 2022 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Agama Nomor 12 Tahun 2020, tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;

9. Keputusan Menteri Agama Nomor 492 Tahun 2003, tentang Pendelegasian Wewenang Pengangkatan, Pemindahan dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Depag RI;

10. Surat Keputusan Rektor Nomor IN/3/R/KP.00.04/394/2007, tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Dekan.

MEMUTUSKAN

Menetapkan : Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh tentang Pembimbing Skripsi Mahasiswa

KESATU : Menunjukkan Saudara :
Ir. Amna Emda, M.Pd

Untuk membimbing Skripsi

Nama : **Ruhul Afiah**
NIM : **200208020**
Program Studi : **Pendidikan Kimia**
Judul Skripsi : **Pemanfaatan Limbah Hasil Fermentasi Biji Kakao untuk Pembelajaran Project Based learning Titrasi Asam Basa di SMA Negeri 2 Bandar Dua**

KEDUA : Kepada pembimbing yang tercantum namanya diatas diberikan honorarium sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku;

KETIGA : Pembiayaan akibat keputusan ini dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor SP DIPA-025.04.2.423925/2024 Tanggal 24 November 2023 Tahun Anggaran 2024;

KEEMPAT : Surat Keputusan ini berlaku sampai akhir Semester Genap Tahun Akademik 2023/2024

KELIMA : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam Surat Keputusan ini.

Ditetapkan di : Banda Aceh
Pada tanggal : 12 Februari 2024
Dekan


Safrul Malik

BLU

Tembusan

1. Sekjen Kementerian Agama RI di Jakarta.
2. Dirjen Pendidikan Islam Kementerian Agama RI di Jakarta.
3. Direktur Perguruan Tinggi Agama Islam Kementerian Agama RI di Jakarta.
4. Kantor Pelayanan Perbendahbaraan Negara (KPPN), di Banda Aceh.
5. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh
6. Kepala Bagian Keuangan dan Akuntansi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
7. Yang bersangkutan;
8. Arsip.

Lampiran 2 surat izin penelitian



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
 Jl. Syeikh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
 Telepon : 0651- 7557321, Email : uin@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-4486/Un.08/FTK.1/TL.00/6/2024
 Lamp : -
 Hal : **Penelitian Ilmiah Mahasiswa**

Kepada Yth,

1. Kepala Cabang Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kecamatan Bandar Dua Kabupaten Pidie Jaya
2. Kepala SMA Negeri 2 Bandar Dua Kabupaten Pidie Jaya

Assalamu'alaikum Wr.Wb.
 Pimpinan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : RUHUL AFLAH / 200208020
 Semester/Jurusan : VIII / Pendidikan Kimia
 Alamat sekarang : Miruek Lam Reudeup

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul **Pemanfaatan Limbah Hasil Fermentasi Biji Kakao untuk Pembelajaran Project Based Learning Titrasi Asam Basa di SMAN 2 Bandar Dua**

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 05 Juni 2024
 an. Dekan
 Wakil Dekan Bidang Akademik dan
 Kelembagaan,



A R - R A N I R Y

Berlaku sampai : 31 Juli 2024

Prof. Habiburrahim, S.Ag., M.Com., Ph.D.

Lampiran 3 Surat balasan penelitian



SURAT KETERANGAN PENELITIAN

NOMOR : 421.A/ 147 /SMA/2024

Kepala Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri SMA Negeri 2 Bandar Dua menerangkan bahwa :

Nama : Ruhul Afiah
Tempat /Tanggal Lahir : Bidok, 16 September 2002
NIM : 200208020
Jurusan/ Prodi : Pendidikan Kimia
Perguruan Tinggi : Universitas ISLAM AR-RANIRY
Alamat : Bidok, Kec. Ulim, Ka. Pidie Jaya

Adalah benar yang nama tersebut di atas telah melaksanakan Penelitian di SMA Negeri 2 Bandar Dua, terhitung mulai tanggal 6-7 Juni 2024 dalam rangka penyusunan Kripsi dengan judul *"Pemanfaatan Limbah Hasil Fermentasi Biji Kakao untuk Pembelajaran Project Based Learning Titrasi Asam Basa di SMA Negeri 2 Bandar Dua"*

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Bandar Dua, 07 Juni 2024
Kepala SMA Negeri 2 Bandar Dua

Muhammad Salim, S.Pd
Nip. 19691127 198512 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

Lampiran 4 Modul Ajar Titrasi Asam Basa

MODUL AJAR KIMIA

A. INFORMASI UMUM

1. Identitas Modul

Sekolah	: SMAN 1 Bandar Dua
Mata Pelajaran	: Kimia
Tahun Pelajaran	: 2023/2024
Fase/Kelas	: F/ 11 (semester genap)
Judul Modul	: Titrasi Asam Basa
Alokasi Waktu	: 4 JP (2 x pertemuan)

2. Kompetensi awal (pengetahuan prasyarat)

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> a. Mengetahui dan memahami fungsi kerja alat laboratorium b. Memahami pengenceran larutan c. Memahami konsep asam-basa |
|--|

3. Profil Pelajar Pancasila

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> a. Beriman, Bertakwa Kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan Berakhlak Mulia |
|--|

Menyadari bahwa aturan agama dan sosial merupakan aturan yang baik dan menjadi bagian dari diri sehingga bisa menerapkannya secara bijak dan kontekstual.

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> b. Mandiri:
menentukan prioritas pribadi, berinisiatif mencari dan mengembangkan pengetahuan dan keterampilan yang spesifik sesuai tujuan di masa depan. |
|--|

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> c. Bernalar kritis |
|--|

Menggunakan kemampuan berpikirnya untuk menjelaskan Titrasi asam basa dalam kehidupan sehari-hari

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> d. Bergotong- royong |
|--|

Kolaborasi: bekerjasama dalam kelompok melalui pemberian saran/ide/gagasan dan menerima/ melaksanakan atas kesepakatan kelompok dalam mencapai penyelesaian tugas yang diberikan.

4. Media Pembelajaran

Media	<ul style="list-style-type: none"> 1. Lembar soal 2. LKPD
-------	---

5. Model Pembelajaran

Model	: Project Based Learning
Metode	: Diskusi, penugasan, praktikum dan LKPD

6. Materi Pembelajaran

Titrasi Asam Basa

7. Sumber Belajar

1. Sudarmo, U. 2013. *Kimia Untuk SMA / MA kelas XI*. Jakarta: Erlangga.
2. Internet / sumber belajar lain yang relevan
3. LKPD

B. KOMPONEN INTI

1. Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan operasi matematika dalam perhitungan kimia; mempelajari sifat, struktur dan interaksi partikel dalam membentuk berbagai senyawa; memahami dan menjelaskan aspek energi, laju dan kesetimbangan reaksi kimia; menggunakan konsep asam-basa dalam keseharian; menggunakan transformasi energi kimia dalam keseharian; memahami kimia organik; memahami konsep kimia pada makhluk hidup. Peserta didik mampu menjelaskan penerapan berbagai konsep kimia dalam keseharian dan menunjukkan bahwa perkembangan ilmu kimia menghasilkan berbagai inovasi. Peserta didik memiliki pengetahuan Kimia yang lebih mendalam sehingga menumbuhkan minat sekaligus membantu peserta didik untuk dapat melanjutkan ke jenjang pendidikan berikutnya agar dapat mencapai masa depan yang baik. Peserta didik diharapkan semakin memiliki pikiran kritis dan pikiran terbuka melalui kerja ilmiah dan sekaligus memantapkan profil pelajar Pancasila khususnya jujur, objektif, bernalar kritis, kreatif, mandiri, inovatif, bergotong royong, dan berkebhinekaan global.

2. Tujuan Pembelajaran

1. Mendeskripsikan materi titrasi asam basa
2. Menjelaskan prinsip-prinsip dalam titrasi
3. Menentukan indikator yang tepat untuk praktikuma asam lemah dan basa kuat

4. Menentukan konsentrasi asam atau basa dengan titrasi asam basa
5. Menentukan kadar asam asetat dengan titrasi asam basa

3. Pemahaman Bermakna

Menjadi manusia yang berpikir kritis dan kreatif terhadap ilmu pengetahuan baru untuk menjadi manusia merdeka.

4. Pertanyaan Pemantik

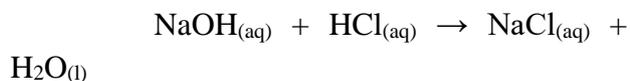
1. Menurutmu apa yang dimaksud Titrasi asam basa?
2. Menurutmu bagaimana cara menentukan indikator asam basa?
3. Menurutmu bagaimana cara penentuan kadar asam asetat?

5. Persiapan Pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> - Guru mempersiapkan pertanyaan pemantik untuk pembelajaran - Guru mempersiapkan materi ajar dalam PPT terkait tema yang akan disampaikan - Guru mempersiapkan bahan bacaan serta gambar-gambar yang akan ditayangkan - Guru mempersiapkan pembagian kelompok peserta didik - Guru mempersiapkan lembar kerja peserta didik - Guru mempersiapkan asesmen formatif dan asesmen sumatif
----------------------------------	--

7. Kegiatan Pembelajaran	
Pengkondisian peserta didik	1. Individu
	2. Berkelompok
Metode Pembelajaran	1. <i>Project Based Learning</i>
	2. Diskusi kelompok

Lokasi/ tempat	Ruang kelas dan Laboratorium
Materi ajar/ sumber pembelajaran	<p>Konsentrasi suatu larutan dapat ditentukan dengan melakukan titrasi. Titrasi merupakan cara analisis tentang pengukuran jumlah larutan yang dibutuhkan untuk bereaksi secara tepat dengan zat yang terdapat dalam larutan lain. Titrasi adalah suatu metode untuk menentukan konsentrasi zat di dalam larutan. Titrasi dilakukan dengan mereaksikan larutan tersebut dengan larutan yang telah diketahui konsentrasinya. Jika salah satu larutan diketahui konsentrasinya maka konsentrasi larutan lain dapat dihitung. Larutan yang telah diketahui konsentrasinya dinamakan larutan standar. Zat yang ditentukan kadarnya disebut dengan titrat dan biasanya diletakkan di dalam tabung erlenmeyer sedangkan zat yang telah diketahui sendiri konsentrasinya disebut sebagai titran dan biasanya diletakkan di dalam buret. Baik titrat atau titran biasanya dalam bentuk larutan. Analisis dengan volume larutan pereaksi disebut analisis volumetri.</p> <p>Titration asam basa adalah suatu cara menentukan konsentrasi larutan asam jika konsentrasi larutan basa diketahui atau menentukan konsentrasi larutan basa jika konsentrasi asam diketahui. Jenis-jenis titrasi asam basa adalah sebagai berikut:</p> <p style="text-align: center;">Titration Asam Kuat dengan Basa Kuat</p> <p>Pada proses titration asam kuat dengan basa kuat dan sebaliknya, kedua larutan dapat terionisasi dengan sempurna, hal ini dikarenakan larutan asam kuat dan basa kuat termasuk ke dalam larutan elektrolit kuat yang dapat terionisasi secara sempurna di dalam air. Penambahan basa kuat ke dalam asam kuat (atau sebaliknya)</p>

adalah jenis titrasi yang paling sederhana. Contoh titrasi asam kuat dengan basa kuat:



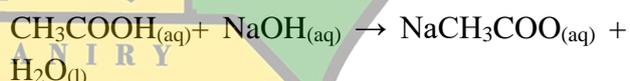
- Titrasi Asam Lemah dengan Basa Kuat

Pada proses titrasi asam lemah dengan basa kuat dan sebaliknya, salah satu larutan (asam lemah) tidak dapat terionisasi dengan sempurna. Hal ini dikarenakan asam lemah tergolong kedalam larutan elektrolit lemah. Sehingga garam yang dihasilkan dalam reaksi memiliki sifat basa. Oleh karena itu, pada proses titrasi asam lemah dengan basa kuat titik ekivalennya terjadi ketika pH campuran lebih dari 7. Titrasi asam lemah dengan basa kuat akan mempunyai kurva dan titik ekuivalen yang berbeda dari asam kuat dengan basa kuat. Contoh dari titrasi asam lemah dengan basa kuat :

Asam lemah : CH_3COOH

Basa kuat : NaOH

Persamaan reaksi :



- Titrasi Basa Lemah dengan Asam Kuat

Proses titrasi basa lemah dan asam kuat terjadi hampir sama dengan proses titrasi asam lemah dengan basa kuat. Hal ini dikarenakan salah satu dari larutan adalah larutan elektrolit lemah yang tidak mampu terionisasi secara sempurna. Karena dalam reaksi ini larutan basa yang tidak dapat bereaksi secara sempurna, garam hasil reaksi ini menjadi memiliki sifat asam. Oleh karena itu, pada proses titrasi basa lemah dengan

	<p>asam kuat titik ekivalennya terjadi ketika pH campuran kurang dari 7.</p> <p>Contoh dari titrasi basa lemah dengan asam kuat :</p> <p>Asam kuat : HCl</p> <p>Basa lemah :NH₃</p> <p>Persamaan Reaksi :</p> $\text{HCl}_{(\text{aq})} + \text{NH}_{3(\text{aq})} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{aq})}$ <ul style="list-style-type: none"> • Titrasi Asam Lemah dengan Basa Lemah <p>Kurva berikut adalah untuk kasus dimana asam dan basa keduanya sebanding lemahnya, sebagai contoh, asam etanoat dan larutan amonia. Pada kasus yang lain, titik ekivalen akan terletak pada pH yang lain. Contoh dari titrasi basa lemah dengan asam lemah adalah:</p> $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{NH}_{3(\text{aq})} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONH}_{4(\text{aq})}$ <ul style="list-style-type: none"> • Titrasi Asam Lemah dengan Basa Lemah <p>Kurva berikut adalah untuk kasus dimana asam dan basa keduanya sebanding lemahnya, sebagai contoh, asam etanoat dan larutan amonia. Pada kasus yang lain, titik ekivalen akan terletak pada pH yang lain. Contoh dari titrasi basa lemah dengan asam lemah adalah:</p> $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{NH}_{3(\text{aq})} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONH}_{4(\text{aq})}$
--	---

8.	<p>Urutan Kegiatan Pembelajaran</p> <hr/> <p><u>Pertemuan 1</u></p> <p><u>Kegiatan awal 15 menit</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Orientasi :
----	---

		<ul style="list-style-type: none"> • Guru melakukan pembukaan dengan salam dan berdoa untuk memulai pembelajaran. • Guru mengecek kehadiran peserta didik. • Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran • Apersepsi : • Pendidik mengingatkan peserta didik tentang materi sebelumnya <ul style="list-style-type: none"> - Masih ingat tentang teori asam basa yang sudah kita pelajari sebelumnya? Apa saja? - Teori siapa yang menyatakan bahwa asam adalah senyawa yang bisa menghasilkan ion hidroksida atau H^+ ketika dilarutkan didalam air. Sementara basa menghasilkan ion hidroksil atau OH^-? - Indikator-indikator apa saja yang biasa digunakan dalam praktikum asam basa? <p><u>Kegiatan inti (60 menit)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Motivasi : • Guru memberikan motivasi pada peserta didik agar semangat dalam mempelajari Titrasi Asam-basa • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran tentang memahami pengertian titrasi asam basa dan jenis-jenisnya • Fase 1 (Penentuan Pertanyaan Mendasar) • Guru menanyakan kepada peserta didik “ apa yang dimaksud dengan titrasi asam basa?” • Guru menjelaskan tentang materi titrasi asam basa • Guru menjelaskan hubungan limbah hasil fermentasi biji kakao dengan materi titrasi asam basa • Guru membantu peserta didik membuat rumusan masalah • Fase 2 (Mendesain perencanaan proyek)
--	--	---

		<ul style="list-style-type: none"> • Guru membagi peserta didik dalam kelompok • Peserta didik dibagikan LKPD praktikum pelaksanaan proyek pada masing-masing kelompok • Guru menjelaskan cara pelaksanaan proyek yang harus dikerjakan dilaboratorium • Peserta didik dalam kelompoknya berdiskusi untuk perencanaan praktikum penentuan kadar asam yang ada pada limbah hasil fermentasi biji kakao • Guru membantu peserta didik dalam berdiskusi • Fase 3 (menentukan jadwal) • Guru menjelaskan aturan dan menentukan waktu pelaksanaan proyek <p style="text-align: center;"><u>Kegiatan Penutup (15 menit)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diminta untuk menarik kesimpulan berdasarkan tujuan awal pembelajaran • Guru bersama peserta didik melakukan refleksi terhadap kegiatan pembelajaran yang dilakukan • Pemberian informasi untuk pertemuan berikutnya • Guru mengakhiri pelajaran dan memberikan pesan untuk selalu belajar dan tetap semangat, diakhiri doa dan salam <p><u>Pertemuan ke 2</u></p> <p><u>Kegiatan awal 15 menit</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Orientasi :
--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> • Guru melakukan pembukaan dengan salam dan berdoa untuk memulai pembelajaran. • Guru mengecek kehadiran peserta didik. • Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran • Apersepsi : • Pendidik mengingatkan peserta didik tentang materi sebelumnya <p><u>Kegiatan inti (60 menit)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Motivasi : • Guru memberikan motivasi pada peserta didik agar semangat dalam mempelajari Titrasi Asam-basa <ul style="list-style-type: none"> - Mengapa kita harus memilih indikator yang sesuai untuk melakukan titrasi? - Kenapa limbah hasil fermentasi biji kakao dapat ditentukan kadar asam asetat melalui titrasi asam basa? • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran hari ini • Fase 4 (Memonitor peserta didik dan penyelesaian proyek) • Guru memberikan waktu untuk melaksanakan proyek (praktikum penentuan kadar asam asetat pada limbah hasil fermentasi biji kakao) • Peserta didik membagi tugas dan menyiapkan alat-alat yang diperlukan • Peserta didik melakukan praktikum berdasarkan perencanaan sebelumnya • Mengolah hasil percobaan dan berdiskusi untuk menyelesaikan masalah • Guru memantau peserta didik dalam berdiskusi. • Guru memberi penguatan berdasarkan hasil yang dilakukan peserta didik • Fase 5 (Menguji Hasil)
--	--	---

		<ul style="list-style-type: none"> • Setiap kelompok diminta untuk mempresentasikan • Guru meminta kelompok lain untuk menanggapi hasil diskusi • Guru memberikan apresiasi dan <i>feedback</i> terhadap presentasi peserta didik <p><u>Kegiatan Penutup (15 menit)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase 6 (Evaluasi) • Peserta didik diminta untuk menarik kesimpulan berdasarkan tujuan awal pembelajaran • Guru bersama peserta didik melakukan refleksi terhadap kegiatan pembelajaran yang dilakukan • Pemberian informasi untuk pertemuan berikutnya • Guru mengakhiri pelajaran dan memberikan pesan untuk selalu belajar dan tetap semangat, diakhiri doa dan salam
--	--	--

9.	Asesmen Pembelajaran	
	Jenis asesmen	Bentuk asesmen
	<ul style="list-style-type: none"> • Asesmen sebelum pembelajaran (diagnostik) 	Wawancara dan tes tertulis

<ul style="list-style-type: none"> •Asesmen selama proses pembelajaran (formatif) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sikap (profil pelajar pancasila) berupa: lembar observasi, penilaian diri, penilaian teman sebaya, dan anekdot - Performa, berupa kemampuan berdiskusi dan bekerja sama dalam kelompok serta kemampuan mempresentasikan hasil kerja - Tes tulis, berupa soal pilihan ganda
<ul style="list-style-type: none"> • Asesmen pada akhir proses pembelajaran (sumatif) 	<ul style="list-style-type: none"> - Tes tertulis
<p>10. Pengayaan dan Remedial</p>	
<p>a. Pengayaan</p>	
<p>Bagi peserta didik yang sudah mencapai nilai ketuntasan diberikan pembelajaran pengayaan sebagai berikut: -Peserta didik yang mencapai nilai $n(\text{ketuntasan}) < n < n(\text{maksimum})$ diberikan materi masih dalam cakupan kompetensi dengan pendalaman sebagai pengetahuan tambahan</p> <p>- Peserta didik yang mencapai nilai $n > n(\text{maksimum})$ diberikan materi melebihi cakupan</p>	
<p>b. Remedial</p>	
<p>Kegiatan remedial dilaksanakan bagi peserta didik yang belum mampu mencapai kompetensi dari pembelajaran. Hal ini dilaksanakan guna membantu dan memotivasi peserta didik agar secepatnya mampu mencapai target tujuan pembelajaran.</p> <p>Kegiatan ini dilaksanakan melalui beberapa hal, yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> Melalui tutor sebaya Pengulangan materi diluar jam pelajaran 	

11.	Refleksi Peserta Didik dan Guru
	<ul style="list-style-type: none"> a. Apakah anda menyukai pembelajaran hari ini? b. Apa yang anda dapatkan setelah mengikuti proses pembelajaran ini? c. Kesulitan apa yang ditemukan selama proses pembelajran? d. Gaya belajar yang seperti apa yang membantumu lebih memahami materi dan keseluruhan proses pembelajaran?

12.	Daftar Pustaka
	<p>Johari, J.M.C. & Rachmawati, M. 2009. Kimia SMA dan MA untuk Kelas X Jilid 1. Jakarta: Esis</p> <p>Purba, Michael. 2007. Kimia 1B untuk SMA Kelas XII. Jakarta: Erlangga</p> <p>Sudarmo, Unggul. 2007. Kimia SMA 1 untuk SMA Kelas X. Jakarta: Phibeta</p>

Pidie Jaya, 6 Juni 2024
Mahapeserta didik,

Ruhul Aflah
200208020

Lampiran 5 LKPD Titrasi Asam Basa



PROGAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY

LKPD
Titration Asam Basa
(Project Based Learning)

UIN

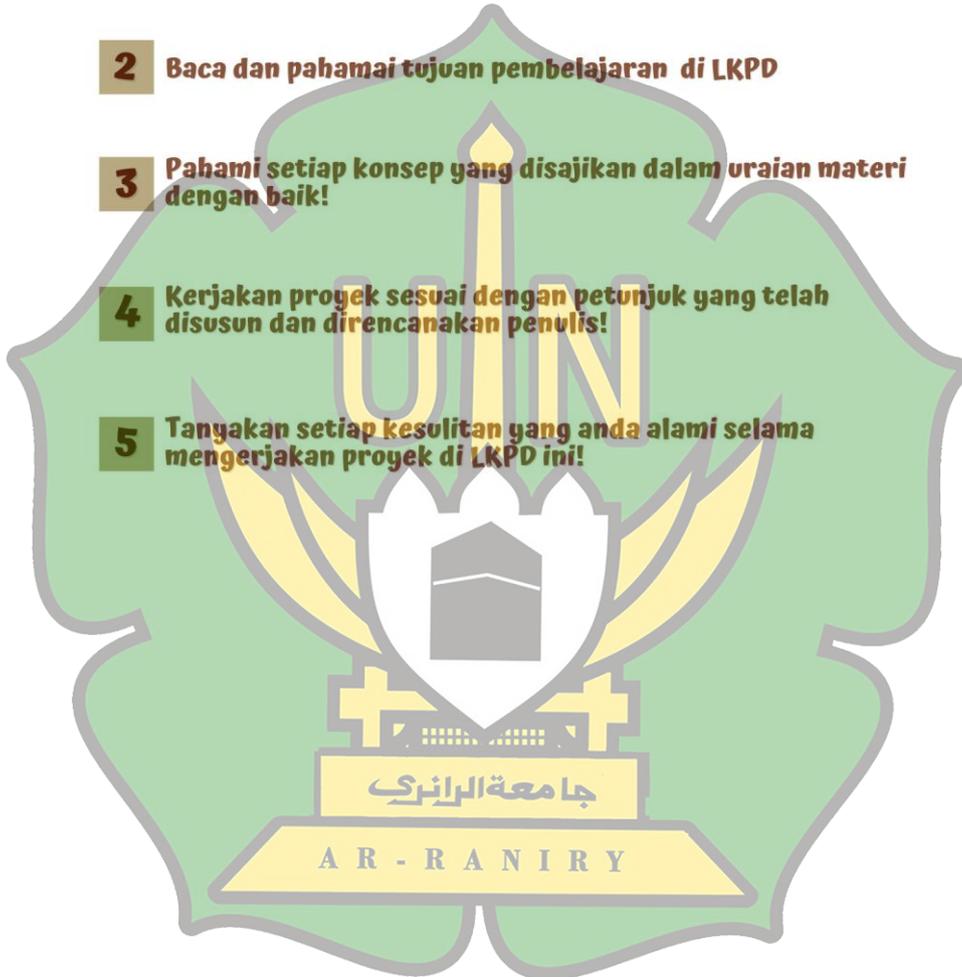
جامعة الرانيري

AR - RANIRY

Anggota kelompok :

Petunjuk LKPD

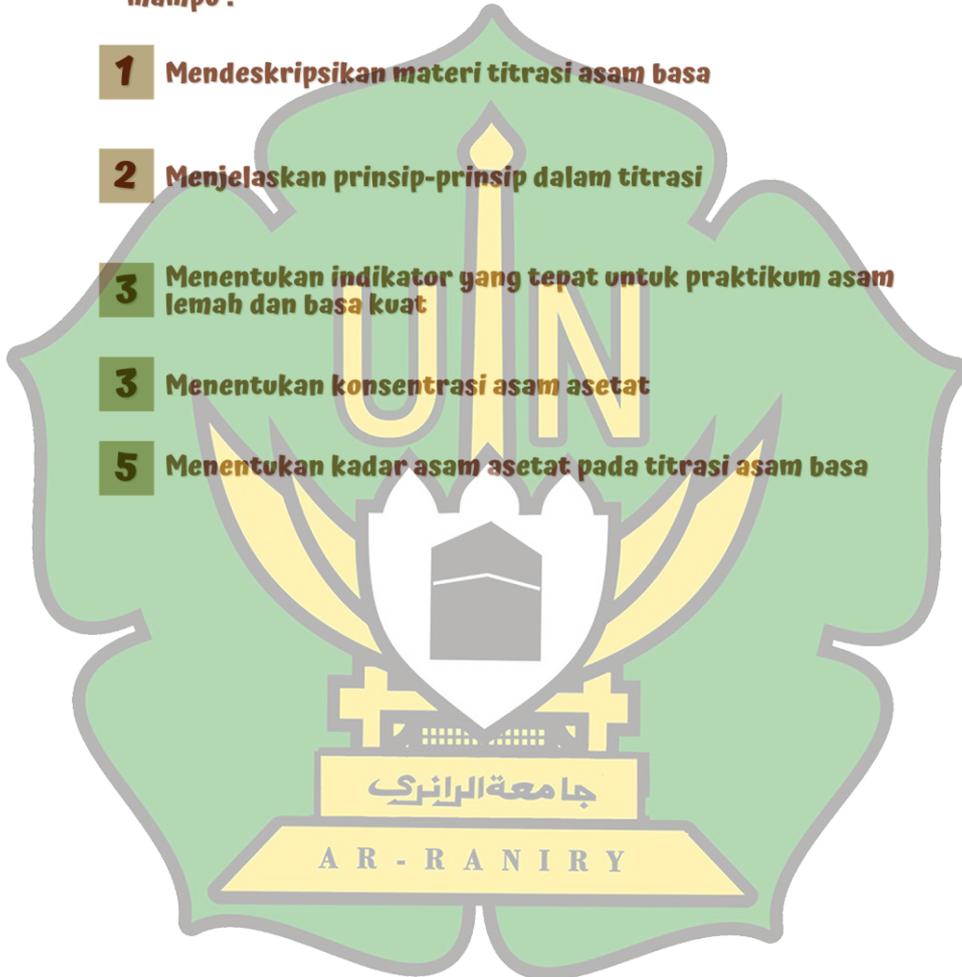
- 1** LKPD ini dapat digunakan secara kelompok
- 2** Baca dan pahami tujuan pembelajaran di LKPD
- 3** Pahami setiap konsep yang disajikan dalam uraian materi dengan baik!
- 4** Kerjakan proyek sesuai dengan petunjuk yang telah disusun dan direncanakan penulis!
- 5** Tanyakan setiap kesulitan yang anda alami selama mengerjakan proyek di LKPD ini!



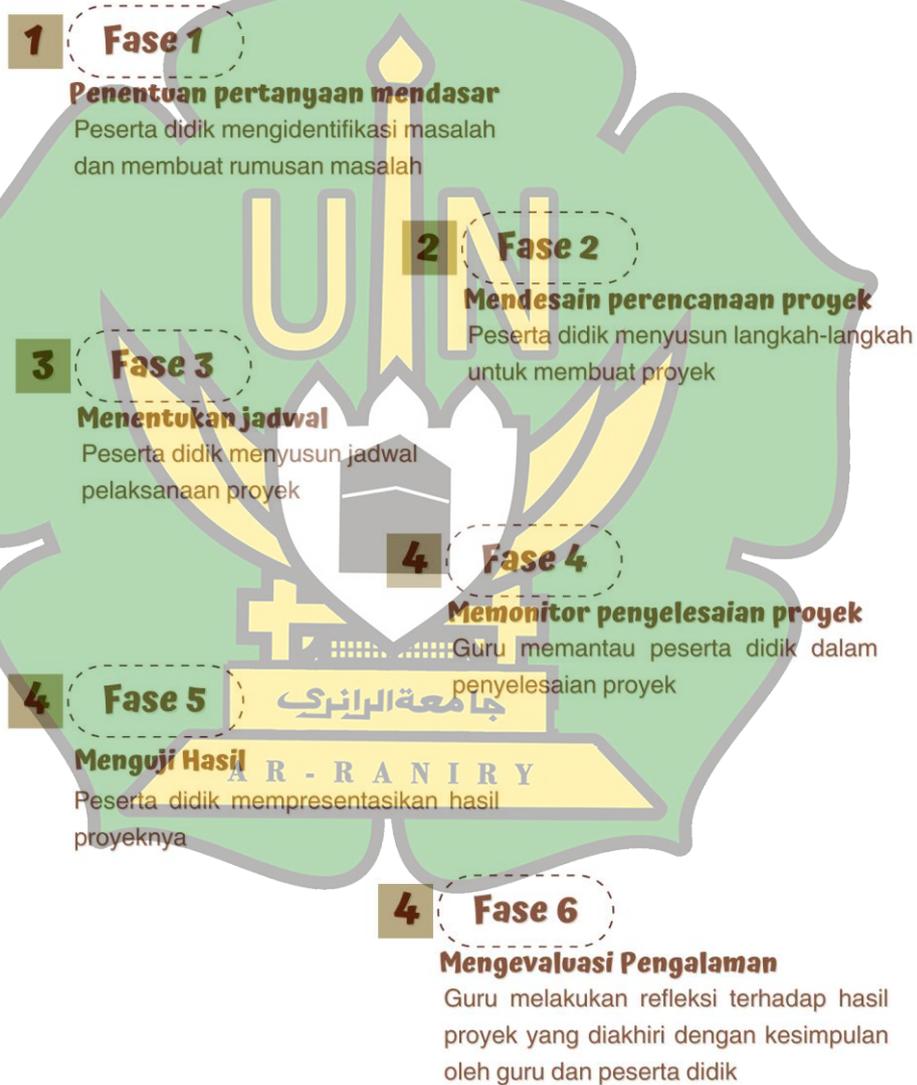
Tujuan Pembelajaran

Setelah mengerjakan LKPD ini, siswa diharapkan mampu :

- 1 Mendeskripsikan materi titrasi asam basa
- 2 Menjelaskan prinsip-prinsip dalam titrasi
- 3 Menentukan indikator yang tepat untuk praktikum asam lemah dan basa kuat
- 3 Menentukan konsentrasi asam asetat
- 5 Menentukan kadar asam asetat pada titrasi asam basa



Tahap Pelaksanaan PjBL



Buah kakao



gambar : Buah dan pohon kakao

Pernahkah kalian melihat buah kakao di kebun? Bagaimana bentuk buah kakao yang sudah matang? Bagaimana bentuk biji kakao?. Pernahkah kalian berfikir selain untuk membuat coklat, buah kakao dapat menghasilkan suatu produk yang sangat bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari?

Buah kakao tergolong kedalam buah buni, dengan bentuk daging buah yang lunak dan memiliki permukaan halus dan agak kasar. Buah kakao menghasilkan biji yang biasanya dikeringkan untuk dijadikan bahan utama dalam pembuatan coklat. Sebelum dikeringkan, salah satu proses yang paling penting dalam menghasilkan coklat yang berkualitas adalah fermentasi yang berfungsi untuk melepaskan pulp yang menyelimuti biji kakao.

Limbah hasil fermentasi biji kakao

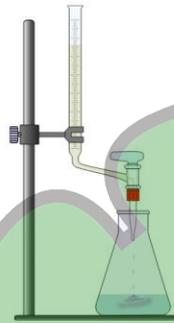
Fermentasi dilakukan untuk melepaskan pulpa dari biji kakao. Dari proses fermentasi 1 ton biji kakao dapat menghasilkan limbah pulp sebanyak 75-100 liter dengan bau yang tidak sedap. Sehingga, limbah tersebut dibuang begitu saja oleh petani, padahal kandungan yang terdapat dalam limbah hasil fermentasi biji kakao tersebut dapat dimanfaatkan untuk membuat cuka makanan yang dapat dihasilkan melalui kadar asam asetat yang terdapat dalam pulp biji kakao.

Cairan pulpa yang dihasilkan selama proses fermentasi bukan hanya dapat dimurnikan menjadi cuka makanan, namun juga dapat ditentukan kadar asam asetatnya menggunakan metode titrimetri yaitu titrasi asam basa.

Bagaimana cara menentukan kadar asam asetat menggunakan titrasi asam basa?



Titration Asam Basa



Konsentrasi suatu larutan dapat ditentukan dengan melakukan titrasi. Titrasi merupakan cara analisis tentang pengukuran jumlah larutan yang dibutuhkan untuk bereaksi secara tepat dengan zat yang terdapat dalam larutan lain. Titrasi adalah suatu metode untuk menentukan konsentrasi zat di dalam larutan. Titrasi dilakukan dengan mereaksikan larutan tersebut dengan larutan yang telah diketahui konsentrasinya.

Titrasi dilakukan dengan cara volume zat penitrasi (titran) yang digunakan untuk bereaksi dengan zat yang dititrasi (titrat). Jika konsentrasi salah satu diketahui, maka konsentrasi/kadar zat lain dapat dihitung. Titrasi asam asetat/asam cuka (CH_3COOH) dengan larutan natrium hidroksida (NaOH) sebagai larutan standar akan menghasilkan garam CH_3COONa yang berasal dari sisa asam lemah dan basa kuat yang kemudian dihidrolisis.

جامعة البرازيل

Tentukan kadar asam asetat

cairan pulpa kakao melalui

praktikum dibawah ini!



Alat dan bahan

Alat	Bahan
Buret	NaOH 0,1 N
Enlenmeyer	Indikator pp
Kertas saring	Aquades
Pipet tetes	Cairan pulp kakao
Gelas kimia	
Labu ukur 100 mL	

Cara kerja

Langkah fermentasi limbah pulpa biji kakao secara alami

1. Siapkan biji kakao yang akan difermentasi
2. Masukkan kedalam karung, tunggu sampai cairan pulp kakao keluar dari bawah karung
3. Ambil cairan tersebut, kemudian saring menggunakan penyaring

Langkah penentuan kadar asam asetat

Pengenceran Cairan Pulp biji kakao

1. Ambil 10 gram cairan pulp biji kakao, dan masukkan kedalam labu ukur 100 mL, lalu tambahkan aquades hingga tanda batas.
2. Cairan pulp biji kakao yang sudah diencerkan disaring menggunakan kertas saring
3. Ambil 10 mL filtrat dan masukkan ke dalam labu Erlenmeyer 100 mL yang lain
4. Tambahkan 3 tetes indikator pp

Titration

1. Tambahkan NaOH 0,01 M ke dalam buret
2. Titration larutan pulp kakao tersebut menggunakan larutan NaOH 0,01 M. catat volume NaOH sebelum dan sesudah titration
3. Lakukan prosedur titration sebanyak 2 kali sampai terjadi perubahan warna (dari tak berwarna menjadi merah muda)
4. Tentukan konsentrasi asam asetat kadar asam asetat pulp biji kakao



Hasil Pengamatan

Lengkapi tabel dari hasil pengamatan berikut:

Percobaan	Volume NaOH
1	
2	
3	
Rata-rata	

pertanyaan

- 1 Tuliskan reaksi yang terjadi pada percobaan yang telah anda lakukan!
- 2 Indikator apa yang digunakan pada percobaan yang telah anda lakukan, kenapa?
- 3 Tentukan konsentrasi asam asetat!
- 4 Tentukan kadar asam asetat pada cairan pulp biji kakao!

جامعة الرانري

AR - RANRY
Selamat Bekerja



Lampiran 6 Kisi-Kisi Soal Pretest dan Posttest

KISI-KISI SOAL PRETEST

Satuan Pendidikan : SMA Negeri 2 Bandar Dua

Materi : Titrasi Asam Basa

Kelas/Semester : XI Mia/Genap

Jumlah Soal : 10 Pilihan Ganda

Indikator Soal	Butir Soal	Kunci Jawaban	Skor	Nomor Soal
Peserta didik mampu mendeskripsikan pengertian titrasi asam basa	<p>Dibawah ini yang merupakan pengertian titrasi asam basa adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> Titrasi yang didasarkan pada konsentrasi larutan Titrasi yang didasarkan pada volume larutan Titrasi yang didasarkan pada perubahan warna Titrasi yang didasarkan reaksi asam basa Titrasi yang didasarkan pada indikator 	A	10	1
	<p>Larutan asam dan basa terbagi menjadi dua, yaitu asam-basa kuat dan asam basa lemah. Contoh dari reaksi antara asam lemah dan basa kuat adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCH}_3\text{COO} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 	B	10	2
Menentukan indikator yang tepat untuk praktikum asam lemah dan basa kuat	<p>Indikator yang tepat digunakan pada titrasi larutan asam lemah dan larutan basa kuat adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> Indikator metil merah Indikator bromtimol biru Indikator phenoflatein Indikator metil jingga Indikator universal 	C	10	8
		D	10	5

	<p>Untuk mengetahui titrasi tepat habis bereaksi, maka ditambahkan indikator. Saat perubahan warna indikator terjadi disebut...</p> <ol style="list-style-type: none"> Titik awal titrasi Titik ekuivalen Titik asam Titik akhir titrasi Titik basa 															
<p>Peserta didik mampu menentukan kadar suatu larutan melalui data hasil titrasi</p>	<p>Sebanyak 10 mL larutan cuka diencerkan menjadi 100 mL. Kemudian diambil sebanyak 20 mL dan ditambahkan 3 tetes indikator pp, selanjutnya dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M. Larutan berubah warna menjadi merah muda tepat ketika volume NaOH yang dikucurkan adalah 6 ml dan konsentrasi CH_3COOH yang dihasilkan 0,3 M. Berapa kadar CH_3COOH tersebut dalam cuka dapur ($\rho \text{CH}_3\text{COOH} = 1,049 \text{ g/cm}^3$)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1,71% 1,79% 1,8% 1,64% 1,50% <p>Data hasil titrasi 10 mL larutan sampel HCl oleh $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,1 M sebagai berikut:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Volume HCl (mL)</th> <th>Volume $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (mL)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>10</td> <td>19,8</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>10</td> <td>20,0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>10</td> <td>20,2</td> </tr> </tbody> </table> <p>Apabila diketahui konsentrasi HCl 4 M dan massa jenis larutan HCl 1,2 gram/mL ($M_r \text{HCl} = 36,5 \text{ g.mol}^{-1}$), kadar HCl dalam sampel adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1,22% 0,25% 0,61% 1,32% 1,50% 	No	Volume HCl (mL)	Volume $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (mL)	1	10	19,8	2	10	20,0	3	10	20,2	B	10	10
No	Volume HCl (mL)	Volume $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (mL)														
1	10	19,8														
2	10	20,0														
3	10	20,2														
		A	10	6												

<p>Peserta didik dapat menentukan konsentrasi asam atau basa dari data hasil titrasi</p>	<p>Perhatikan data hasil percobaan titrasi asam basa berikut !</p> <table border="1" data-bbox="539 376 975 459"> <thead> <tr> <th>Percobaan</th> <th>Volume Asam cuka</th> <th>Volume NaOH 0,01 M</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>25 mL</td> <td>51 mL</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>25 mL</td> <td>49 mL</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>25 mL</td> <td>50 mL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan data tersebut, Konsentrasi Asam Cuka adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> 0,2 M 0,02 M 0,1 M 0,01 M 0,3 M 	Percobaan	Volume Asam cuka	Volume NaOH 0,01 M	1	25 mL	51 mL	2	25 mL	49 mL	3	25 mL	50 mL	<p>A</p>	<p>10</p>	<p>3</p>
Percobaan	Volume Asam cuka	Volume NaOH 0,01 M														
1	25 mL	51 mL														
2	25 mL	49 mL														
3	25 mL	50 mL														
<p>Peserta didik mampu menjelaskan prinsip-prinsip titrasi asam basa</p>	<p>Seorang peserta didik ingin mengetahui molaritas dari asam sulfat sehingga perlu melakukan titrasi asam basa. Larutan asam sulfat sebanyak 10 mL dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M dan memerlukan 15 mL NaOH, konsentrasi asam sulfat yang didapatkan oleh peserta didik tersebut adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> 0,1 M 0,15 M 0,01 M 0,2 M 0,02 M 	<p>B</p>	<p>10</p>	<p>9</p>												
	<p>Untuk melakukan titrasi asam basa, larutan dititrasi menggunakan buret dan enlenmeyer. Larutan yang ditempatkan didalam buret adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> Titran Basa Analit Asam Titrat 	<p>A</p>	<p>10</p>	<p>4</p>												
	<p>Pada titrasi asam dan basa terjadi reaksi ...</p> <ol style="list-style-type: none"> Eliminasi Halogenasi Netralisasi Halogenasi Polimerisasi 	<p>C</p>	<p>10</p>	<p>7</p>												

KISI-KISI SOAL PROSTTEST

Satuan Pendidikan : SMA Negeri 2 Bandar Dua
Materi : Titrasi Asam Basa
Kelas/Semester : XI Mia/Genap
Jumlah Soal : 10 Pilihan Ganda

Indikator Soal	Butir Soal	Kunci Jawaban	Skor	Nomor Soal
Menentukan indikator yang tepat untuk praktikum asam lemah dan basa kuat	Indikator yang tepat digunakan pada titrasi larutan asam lemah dan larutan basa kuat adalah.... a. Indikator metil merah b. Indikator bromtimol biru c. Indikator phenoflatein d. Indikator metil jingga e. Indikator universal	B	10	2
	Untuk mengetahui titrasi tepat habis bereaksi, maka ditambahkan indikator. Saat perubahan warna indikator terjadi disebut... a. Titik awal titrasi b. Titik ekuivalen c. Titik asam d. Titik akhir titrasi e. Titik basa	C	10	4
Peserta didik mampu mendeskripsikan pengertian titrasi asam basa	Dibawah ini yang merupakan pengertian R -titrasi Naam Y basa adalah... a. Titrasi yang didasarkan pada konsentrasi larutan b. Titrasi yang didasarkan pada volume larutan c. Titrasi yang didasarkan pada perubahan warna d. Titrasi yang didasarkan reaksi asam basa e. Titrasi yang didasarkan pada indikator	A	10	3
	Larutan asam dan basa terbagi menjadi dua, yaitu asam-basa kuat dan asam basa lemah. Contoh dari	D	10	1

	<p>reaksi antara asam lemah dan basa kuat adalah....</p> <p>a. $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>b. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCH}_3\text{COO} + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>c. $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$</p> <p>d. $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>e. $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$</p>															
<p>Peserta didik dapat menentukan konsentrasi asam atau basa dari data hasil titrasi</p>	<p>Perhatikan data hasil percobaan titrasi asam basa berikut !</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Percobaan</th> <th>Volume Asam cuka</th> <th>Volume NaOH 0,01 M</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>25 mL</td> <td>51 mL</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>25 mL</td> <td>49 mL</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>25 mL</td> <td>50 mL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan data tersebut, Konsentrasi Asam Cuka adalah...</p> <p>a. 0,2 M</p> <p>b. 0,02 M</p> <p>c. 0,1 M</p> <p>d. 0,01 M</p> <p>e. 0,3 M</p>	Percobaan	Volume Asam cuka	Volume NaOH 0,01 M	1	25 mL	51 mL	2	25 mL	49 mL	3	25 mL	50 mL	B	10	7
Percobaan	Volume Asam cuka	Volume NaOH 0,01 M														
1	25 mL	51 mL														
2	25 mL	49 mL														
3	25 mL	50 mL														
	<p>Seorang peserta didik ingin mengetahui molaritas dari asam sulfat sehingga perlu melakukan titrasi asam basa. Larutan asam sulfat sebanyak 10 mL dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M dan memerlukan 15 mL NaOH, konsentrasi asam sulfat yang didapatkan oleh peserta didik tersebut adalah...</p> <p>a. 0,1 M</p> <p>b. 0,15 M</p> <p>c. 0,01 M</p> <p>d. 0,2 M</p> <p>e. 0,02 M</p>	B	10	8												
<p>Peserta didik mampu menentukan kadar suatu larutan melalui data hasil titrasi</p>	<p>Sebanyak 10 mL larutan cuka diencerkan menjadi 100 mL. Kemudian diambil sebanyak 20 mL dan ditambahkan 3 tetes indikator pp, selanjutnya dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M. Larutan berubah warna menjadi merah muda tepat ketika volume NaOH yang dikucurkan adalah 6 ml dan</p>	A	10	9												

	<p>konsentrasi CH_3COOH yang dihasilkan 0,3 M. Berapa kadar CH_3COOH tersebut dalam cuka dapur ($\rho \text{CH}_3\text{COOH} = 1,049 \text{ g/cm}^3$)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1,71% 1,79% 1,8% 1,64% 1,50% <p>Data hasil titrasi 10 mL larutan sampel HCl oleh $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,1 M sebagai berikut:</p> <table border="1" data-bbox="539 824 994 904"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Volume HCl (mL)</th> <th>Volume $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (mL)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>10</td> <td>19,8</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>10</td> <td>20,0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>10</td> <td>20,2</td> </tr> </tbody> </table> <p>Apabila diketahui konsentrasi HCl 4 M dan massa jenis larutan HCl 1,2 gram/mL ($M_r \text{HCl} = 36,5 \text{ g.mol}^{-1}$), kadar HCl dalam sampel adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1,22% 0,25% 0,61% 1,32% 1,50% 	No	Volume HCl (mL)	Volume $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (mL)	1	10	19,8	2	10	20,0	3	10	20,2	A	10	5
No	Volume HCl (mL)	Volume $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (mL)														
1	10	19,8														
2	10	20,0														
3	10	20,2														
<p>Peserta didik mampu menjelaskan prinsip-prinsip titrasi asam basa</p>	<p>Untuk melakukan titrasi asam basa, larutan dititrasi menggunakan buret dan enlenmeyer. Larutan yang ditempatkan didalam buret adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> Titran Basa Analit Asam Titrat <p>Pada titrasi asam dan basa terjadi reaksi ...</p> <ol style="list-style-type: none"> Eliminasi Halogenasi Netralisasi Halogenasi Polimerisasi 	A	10	6												
		C	10	10												

Lampiran 7 (soal pretest dan posttest)

(60)

SOAL PRE-TEST

Petunjuk Pengisian

- Berilah tanda silang (X) pada salah satu jawaban yang menurut anda paling tepat
- Lembaran soal jangan dicoret-coret
- Tulislah nama dengan lengkap di bawah ini:
 Nama/NIS : Cut Faridan
 Sekolah : SMAN 2 Bandar Dua
 Kelas : XI MIA

- Dibawah ini yang merupakan pengertian titrasi asam basa adalah...
 - Titrasi yang didasarkan pada konsentrasi larutan
 - Titrasi yang didasarkan pada volume larutan
 - Titrasi yang didasarkan pada perubahan warna ✓
 - Titrasi yang didasarkan reaksi asam basa
 - Titrasi yang didasarkan pada indikator
- Larutan asam dan basa terbagi menjadi dua, yaitu asam-basa kuat dan asam basa lemah. Contoh dari reaksi antara asam lemah dan basa kuat adalah...
 - $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCH}_3\text{COO} + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
 - $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ✗
 - $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- Perhatikan data hasil percobaan titrasi asam basa berikut !

Percobaan	Volume Asam cuka	Volume NaOH 0,01 M
1	25 mL	51 mL
2	25 mL	49 mL
3	25 mL	50 mL

Berdasarkan data tersebut, Konsentrasi Asam Cuka adalah...

 - 0,2 M
 - 0,02 M ✗
 - 0,1 M
 - 0,01 M
 - 0,3 M

21

4. Untuk melakukan titrasi asam basa, larutan dititrasi menggunakan buret dan enlenmeyer. Larutan yang ditempatkan didalam buret adalah...

- a. Titran
- b. Basa
- c. Analit
- d. Titrat
- e. Asam

5. Untuk mengetahui titrasi tepat habis bereaksi, maka ditambahkan indikator. Saat perubahan warna indikator terjadi disebut...

- a. Titik awal titrasi
- b. Titik ekuivalen
- c. Titik asam
- d. Titik akhir titrasi
- e. Titik basa

6. Data hasil titrasi 10 mL larutan sampel HCl oleh Ba(OH)₂ 0,1 M sebagai berikut:

No	Volume HCl (mL)	Volume Ba(OH) ₂ (mL)
1	10	19,8
2	10	20,0
3	10	20,2

Apabila diketahui konsentrasi HCl 4 M dan massa jenis larutan HCl 1,2 gram/mL ($M_r \text{ HCl} = 36,5 \text{ g.mol}^{-1}$), kadar HCl dalam sampel adalah...

- a. 1,22%
- b. 0,25%
- c. 0,61%
- d. 1,32%
- e. 1,50%

7. Pada titrasi asam dan basa terjadi reaksi ...

- a. Eliminasi
- b. Halogenasi
- c. Netralisasi
- d. Halogenasi
- e. Polimerisasi

8. Indikator yang tepat digunakan pada titrasi larutan CH₃COOH dan larutan NaOH 0,1 M adalah....

- a. Indikator metil merah (mm)
- b. Indikator bromtimol biru (mau) ✓
- c. Indikator phenoflatein (PP)
- d. Indikator metil jingga (BTB)

9. Seorang siswa ingin mengetahui molaritas dari asam sulfat sehingga perlu melakukan titrasi asam basa. Larutan asam sulfat sebanyak 10 mL dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M dan memerlukan 15 mL NaOH, konsentrasi asam sulfat yang didapatkan oleh siswa tersebut adalah...

- a. 0,1 M
- b. 0,15 M
- c. 0,01 M
- d. 0,2 M
- e. 0,02 M

10. Sebanyak 10 mL larutan cuka diencerkan menjadi 100 mL. Kemudian diambil sebanyak 20 mL dan ditambahkan 3 tetes indikator pp, selanjutnya dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M. Larutan berubah warna menjadi merah muda tepat ketika volume NaOH yang dikucurkan adalah 6 ml dan konsentrasi CH_3COOH yang dihasilkan 0,3 M . Berapa kadar asam asetat CH_3COOH tersebut dalam cuka dapur ($\rho \text{CH}_3\text{COOH} = 1,049 \text{ g/cm}^3$)

- a. 1,71%
- b. 1,79%
- c. 1,8%
- d. 1,64%
- e. 1,50%

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

Selamat bekerja

go

SOAL POST-TEST

Petunjuk Pengisian

4. Berilah tanda silang (X) pada salah satu jawaban yang menurut anda paling tepat
5. Lembaran soal jangan dicoret-coret
6. Tulislah nama dengan lengkap di bawah ini:
 Nama/NIS : *Cut Faridah*
 Sekolah : *SMA N 2 Bandar Dua*
 Kelas : *XI MIA*

-
1. Larutan asam dan basa terbagi menjadi dua, yaitu asam-basa kuat dan asam basa lemah. Contoh dari reaksi antara asam lemah dan basa kuat adalah....
 - a. $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
 - b. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCH}_3\text{COO} + \text{H}_2\text{O}$
 - c. $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
 - d. $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 - e. $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 2. Indikator yang tepat digunakan pada titrasi larutan CH_3COOH dan larutan NaOH 0,1 M adalah....
 - a. Indikator metil merah
 - b. Indikator bromtimol biru
 - c. Indikator phenoflatein
 - d. Indikator metil jingga
 - e. Indikator universal
 3. Dibawah ini yang merupakan pengertian titrasi asam basa adalah...
 - a. Titrasi yang didasarkan pada konsentrasi larutan
 - b. Titrasi yang didasarkan pada volume larutan
 - c. Titrasi yang didasarkan pada perubahan warna
 - d. Titrasi yang didasarkan reaksi asam basa
 - e. Titrasi yang didasarkan pada indikator

4. Untuk mengetahui titrasi tepat habis bereaksi, maka ditambahkan indikator. Saat perubahan warna indikator terjadi disebut...
- Titik awal titrasi
 - Titik ekuivalen
 - Titik asam
 - Titik akhir titrasi
 - Titik basa

11. Data hasil titrasi 10 mL larutan sampel HCl oleh Ba(OH)₂ 0,1 M sebagai berikut:

No	Volume HCl (mL)	Volume Ba(OH) ₂ (mL)
1	10	19,8
2	10	20,0
3	10	20,2

Apabila diketahui konsentrasi HCl 4 M dan massa jenis larutan HCl 1,2 gram/mL ($M_r \text{ HCl} = 36,5 \text{ g.mol}^{-1}$), kadar HCl dalam sampel adalah...

- 1,22%
 - 0,25%
 - 0,61%
 - 1,32%
 - 1,50%
5. Untuk melakukan titrasi asam basa, larutan dititrasi menggunakan buret dan enlenmeyer. Larutan yang ditempatkan didalam buret adalah...
- Titran
 - Basa
 - Analit
 - Titrasi
 - Asam

6. Perhatikan data hasil percobaan titrasi asam basa berikut !

Percobaan	Volume Asam cuka	Volume NaOH 0,01 M
1	25 mL	51 mL
2	25 mL	49 mL
3	25 mL	50 mL

Berdasarkan data tersebut, Konsentrasi Asam Cuka adalah...

- 0,2 M
- 0,02 M
- 0,1 M

- d. 0,01 M
e. 0,3 M
7. Seorang siswa ingin mengetahui molaritas dari asam sulfat sehingga perlu melakukan titrasi asam basa. Larutan asam sulfat sebanyak 10 mL dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M dan memerlukan 15 mL NaOH, konsentrasi asam sulfat yang didapatkan oleh siswa tersebut adalah...
- a. 0,1 M
 b. 0,15 M
c. 0,01 M
d. 0,2 M
e. 0,02 M
8. Sebanyak 10 mL larutan cuka diencerkan menjadi 100 mL. Kemudian diambil sebanyak 20 mL dan ditambahkan 3 tetes indikator pp, selanjutnya dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M. Larutan berubah warna menjadi merah muda tepat ketika volume NaOH yang dikucurkan adalah 6 ml. Berapa kadar asam asetat CH_3COOH tersebut dalam cuka dapur ($\rho \text{CH}_3\text{COOH} = 1,049 \text{ g/cm}^3$) 0,2 M
- a. 1,71%
b. 1,79%
c. 1,8%
d. 1,64%
e. 1,50%
9. Pada titrasi asam dan basa terjadi reaksi ...
- a. Eliminasi
b. Halogenasi
 c. Netralisasi
d. Halogenasi
e. Polimerisasi

Selamat bekerja

Lampiran 8 Lembar Observasi Aktivitas Peserta Didik

LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS PESERTA DIDIK

Hari/Tanggal : 06 Juni 2024

Kelas/Semester : XI / MIA / Genap

Nama Peserta didik : Cut Fardah

Petunjuk pengisian : berikan tanda check list (✓) untuk setiap descriptor yang nampak:

Kriteria Penilaian :

Skor	Keterangan
1	Tidak Baik
2	Kurang Baik
3	Cukup Baik
4	Baik
5	Sangat Baik

Pernyataan :

No	Pertanyaan	Kriteria Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Siswa memperhatikan guru ketika membuka pelajaran					✓
2	Siswa menyimak guru memberikan apersepsi dan motivasi terhadap materi yang dipelajari				✓	
3	Siswa mendengarkan penjelasan guru tentang materi titrasi asam basa				✓	
4	Siswa aktif dalam proses pembelajaran					✓

5	Siswa mengerjakan soal latihan dengan baik						✓
6	Fase 1 (Penentuan Pertanyaan Mendasar) Siswa menyimak dan mendengar					✓	
7	Siswa mengidentifikasi permasalahan terkait topik fermentasi biji kakao						✓
8	Fase 2 (Mendesain Pertanyaan Proyek) Siswa bersama kelompok mengidentifikasi perencanaan proyek terkait dengan penyelesaian permasalahan						✓
9	Fase 3 (Menentukan Jadwal) Siswa menetapkan waktu untuk pengerjaan tahapan proyek.						✓
10	Fase 4 (Penyelesaian Proyek) Siswa mengerjakan proyek secara optimal dan bekerja secara efektif dan efisien dalam kelompok.						✓
11	Siswa mempresentasikan hasil pembuatan proyek yang telah mereka buat.						✓
12	Siswa mendengarkan presentasi dan memberi tanggapan						✓
13	Siswa mendengarkan penjelasan dari guru dan bertanya tentang materi yang tidak dipahami						✓
14	Siswa menyimpulkan materi pembelajaran yang disampaikan oleh guru						✓

15	Siswa mendengarkan materi selanjutnya yang disampaikan guru dan hubungan materi yang didapatkan dengan materi lain								✓
----	--	--	--	--	--	--	--	--	---

Kritik dan Saran

.....

.....

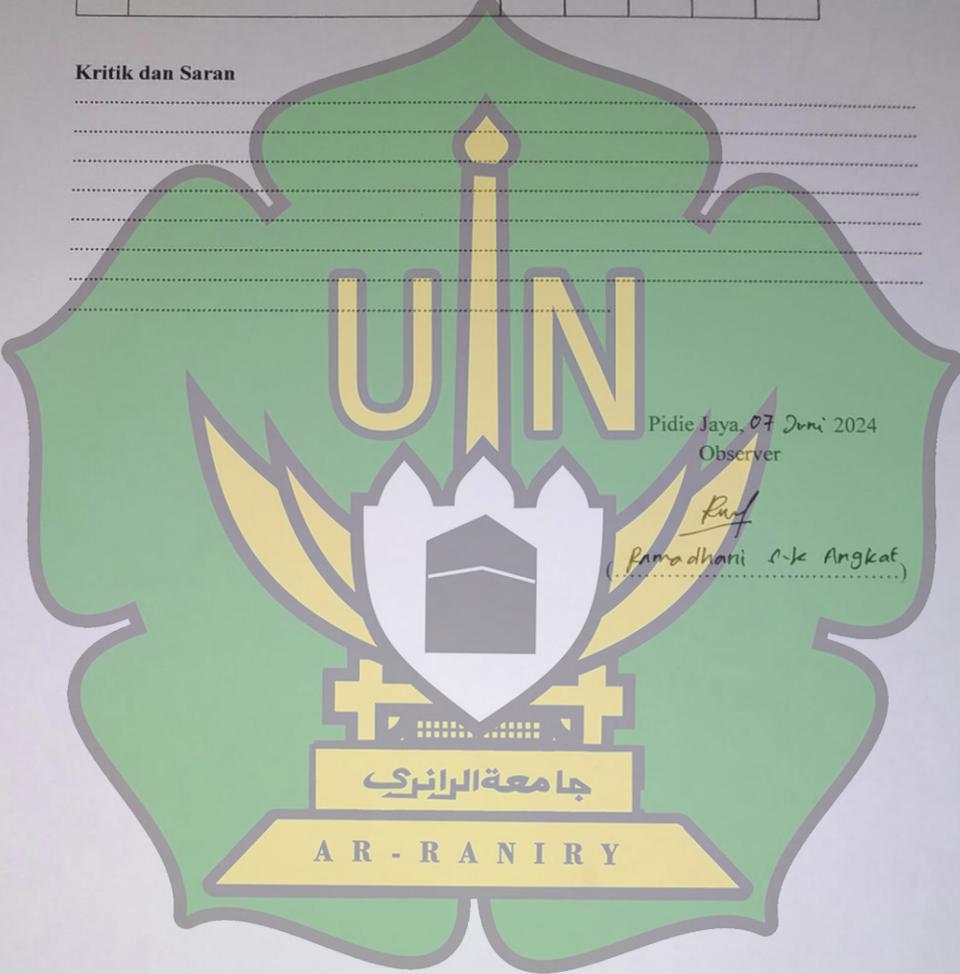
.....

.....

.....

.....

.....



Pidie Jaya, 07 Juni 2024
Observer

Ruf
Ramadhani S-ke Angkat

Lampiran 9 Lembar Angket Respon Peserta Didik

LEMBAR ANGKET RESPON PESERTA DIDIK

A. Identitas Responden

Mata Pelajaran : Kimia
 Nama : Cut Faridah
 Instansi : SMAN 2 Bandar Dua
 Hari/Tanggal : XI Mia

B. Petunjuk Pengisian Lembar Angket

1. Tulislah identitas pada bagian yang tersedia
2. Bacalah dengan cermat dan teliti setiap pertanyaan
3. Berilah penilaian secara jujur, objektif, dan penuh tanggung jawab
4. Respon yang diberikan tidak akan mempengaruhi penilaian hasil belajar anda. Atas partisipasinya, saya ucapkan terimakasih
5. Memberi tanda check list (✓) pada kolom yang sesuai dengan aspek yang diamati
6. Kriteria penilaian sebagai berikut:

Skor	Keterangan
1	Sangat Tidak Setuju
2	Tidak Setuju
3	Cukup Setuju
4	Setuju
5	Sangat Setuju

7. Atas ketersediaan siswa/i untuk mengisi lembar angket ini saya ucapkan terimakasih.

AR - RANIRY

C. Pernyataan

No	Pertanyaan	Kriteria Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Penggunaan model PjBL dapat meningkatkan pemahaman saya terhadap materi titrasi asam basa					✓
2	Saya sangat menyukai pembelajaran kimia pada materi titrasi asam basa dengan menggunakan model PjBL					✓
3	Materi titrasi asam basa mudah dipahami jika menggunakan model pembelajaran PjBL				✓	
4	Proyek yang direncanakan sangat menyenangkan karena dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari					✓
5	Melalui proyek yang dilakukan dapat membuat saya lebih aktif berpartisipasi dalam kelas					✓
6	Langkah-langkah pengerjaan proyek di LKPD sudah rinci dan jelas					✓
7	Setelah mengikuti pembelajaran PjBL dapat meningkatkan keterampilan saya dalam penyelesaian masalah					✓
8	Aktivitas kelompok dalam pengerjaan proyek mendorong saya untuk bertanya dan mengemukakan pendapat					✓
9	Partisipasi guru membuat saya lebih mudah dalam mengerjakan proyek					✓
10	Setelah mengikuti pembelajaran dengan model PjBL ini dapat meningkatkan minat belajar saya terhadap materi titrasi asam basa					✓

11	Model pembelajaran PjBL mampu mendorong saya untuk berpikir kreatif untuk penyelesaian masalah					✓
12	Proyek yang diberikan oleh guru dapat mendorong saya bekerja sama dengan teman					✓
13	Pembelajaran menggunakan proyek membuat saya lebih aktif didalam kelas					✓
14	Penggunaan model pembelajaran PjBL pada pembelajaran kimia tidak membosankan					✓
15	Pembelajaran kimia berbasis proyek sangat bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari					✓

Kritik dan Saran

Aku suka praktikum

Pidie Jaya, 07 Juni 2024
Responden

جامعة الرانيري
AR - RANIRY

(.....)
Evi Faridah

Lampiran 10 Data SPSS

2. Uji N-Gain

	Kelas		Statistic	Std. Error	
N-Gain Score	Eksperimen	Mean	70.0595	4.43623	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bounf	60.7744	
			Upper Bound	79.3447	
		5% Trimmed Mean	71.1772		
		Median	69.0476		
		Variance	393.603		
		Std. Devition	19.83941		
		Minimum	20.00		
		Maximum	100.00		
		Range	80.00		
		Interquartile Range	26.19		
		Skewness	-453	.512	
		Kurtosis	.766	.992	

3. Uji normalitas

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest	.156	20	.200*	.926	20	.128
Posttest	.192	20	.052	.909	20	.061

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

4. Uji paired sampel t-test

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Pretest – Posttest	-40.0000	10.25978	2.29416	-44.80173	-35.19827	-17.436	19	.000



Lampiran 11 Dokumentasi penelitian



Sebelum memulai pembelajaran



Pemberian pretest peserta didik



Pemberian Perlakuan (Praktikum)



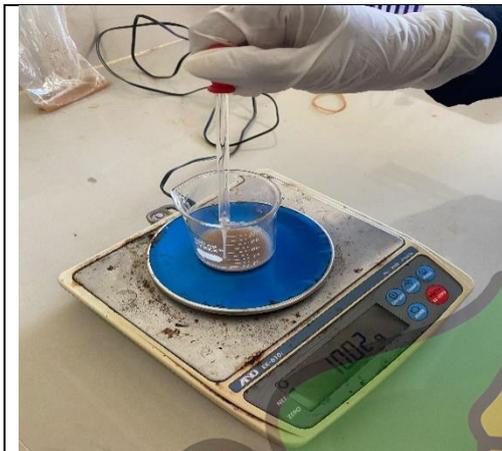
Pemberian Perlakuan (Praktikum)



Pemberian Posttest peserta didik



Pemberian Respon peserta didik



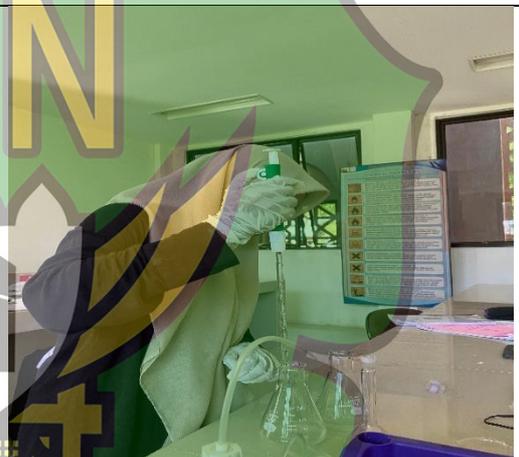
Penimbangan cairan pulp biji kakao



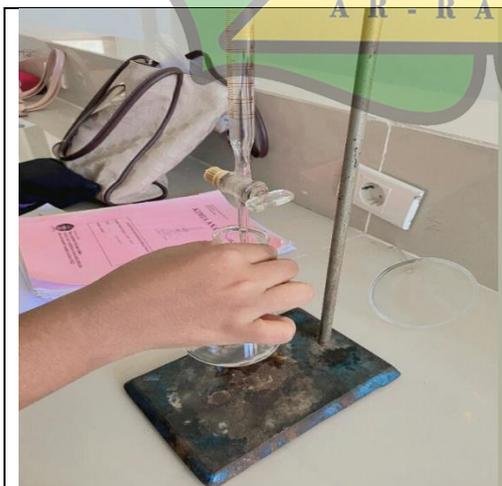
Pengenceran cairan pulp biji kakao



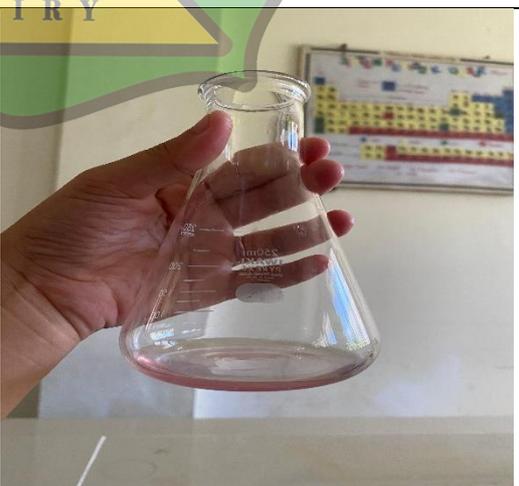
Hasil Pengenceran



Proses penyaringan



Titrisasi cairan pulp biji kakao



Hasil dari titrasi

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas

Nama : Ruhul Aflah
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Tempat, Tanggal Lahir : Bidok, 16 September 2002
 Alamat : Bidok, Kec. Ulim, Kab. Pidie Jaya
 Kewarganegaraan : Indonesia
 Agama : Islam
 Universitas : UIN Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh
 Fakultas/Jurusan : Tarbiyah dan Keguruan/ Pendidikan Kimia
 Email : 200208020@student.ar-raniry.ac.id

B. Riwayat Pendidikan

Sekolah Dasar : SDN 3 Ulim
 Sekolah Menengah Pertama : SMPN 2 Bandar Dua
 Sekolah Menengah Atas : SMAN 2 Bandar Dua
 Perguruan Tinggi : UIN Ar-Raniry Banda Aceh

C. Riwayat Keluarga

Nama Ayah : Idris Mahmud
 Pekerjaan Ayah : Petani
 Nama Ibu : Fakriati
 Pekerjaan Ibu : Bidan
 Alamat : Bidok, Ulim, Pidie Jaya