

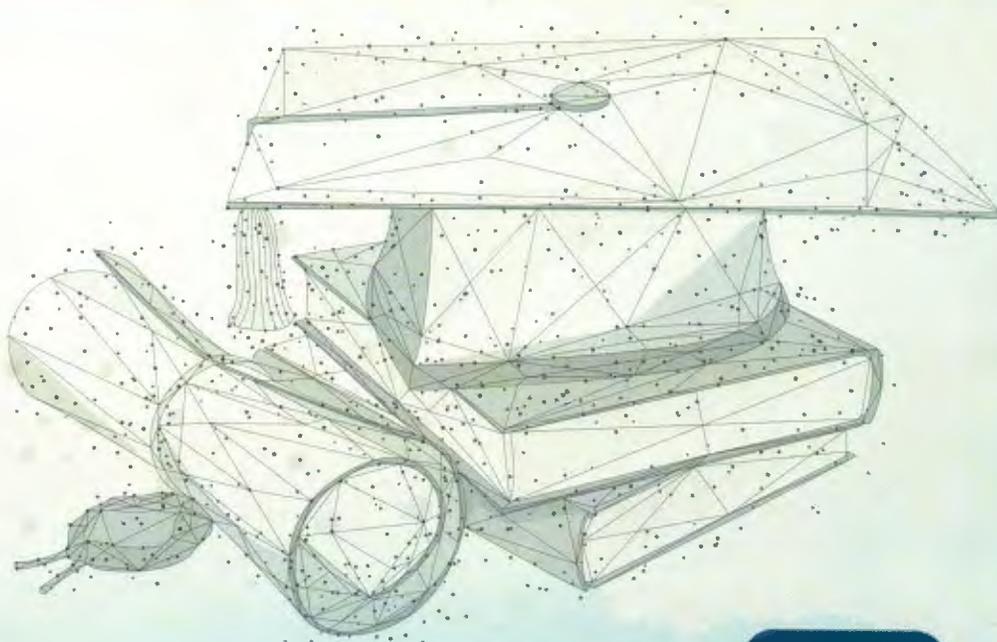


UNIVERSITAS TERBUKA

ORASI ILMIAH GURU BESAR
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS TERBUKA

**PEMBELAJARAN SAINS
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
ABAD 21 MELALUI PENDIDIKAN JARAK JAUH**

Prof. Dr. Ucu Rahayu, M.Sc.



UNIVERSITAS TERBUKA
CONVENTION CENTRE (UTCC)

2023

www.ut.ac.id

f t i @univterbuka



PEMBELAJARAN SAINS UNTUK MENINGKATKAN

KETERAMPILAN ABAD 21 MELALUI PENDIDIKAN JARAK JAUH

ORASI ILMIAH

**GURU BESAR TETAP FAKULTAS KEGURUAN DAN
ILMU PENDIDIKAN UNIVERSITAS TERBUKA**

Prof. Dr. Ucu Rahayu, M.Sc.

**CONVENTION CENTRE
UNIVERSITAS TERBUKA (UTCC)
2023**

DAFTAR ISI

ORASI ILMIAH PENGUKUHAN GURU BESAR UNIVERSITAS TERBUKA UTCC: Selasa, 01 Agustus 2023	1
A. Pendahulaun	2
B. Pengertian Dan Hakikat Pembelajaran Sains	3
C. Konsep Pendidikan Jarak Jauh (PJJ)	5
D. Keterampilan Abad 21	6
E. Strategi Pembelajaran Sains Dalam Meningkatkan Keterampilan Abad 21	11
F. Peran Pembelajaran Sains pada Pendidikan Jarak Jauh untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21	14
G. Penutup	18
Ucapan Terima Kasih	19
Daftar Pustaka	21
Daftar Riwayat Hidup	28

ORASI ILMIAH
PENGUKUHAN GURU BESAR UNIVERSITAS TERBUKA
UTCC: Selasa, 01 Agustus 2023

1

Yang kami hormati
Rektor Universitas Terbuka
Ketua Majelis Wali Amanah Universitas Terbuka
Ketua Senat Akademik Universitas Terbuka
Para Wakil Rektor Universitas Terbuka
Sekretaris dan para anggota Majelis Wali Amanah Universitas Terbuka
Sekretaris dan para anggota Senat Akademik Universitas Terbuka
Para Dekan, Wakil Dekan di lingkungan Universitas Terbuka
Direktur Sekolah Pasca Sarjana dan para Wakil Direktur
Para Kepala Pusat di lingkungan Universitas Terbuka
Para Ketua Program Studi di lingkungan Universitas Terbuka
Para Profesor di lingkungan Universitas Terbuka

Keluarga, sejawat, sahabat dan para tamu undangan serta hadirin semua...

Bismillahirrohmanirrohim,

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Selamat Pagi, Salam Sejahtera, Om Swastiastu, Namu Budaya, Salam Kebajikan, Rahayu

Alhamdulillah rabbil'alamin, puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah Swt. yang telah memberikan limpahan nikmat, berkah, rahmat, dan karunia-Nya. Salah satu limpahan nikmat saat ini adalah kesehatan pada kita semua sehingga kita berada di UTCC untuk mengikuti Rapat Terbuka Senat Akademik Universitas Terbuka yang terhormat ini.

Saya mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Terbuka yang memperkenalkan saya menyampaikan pidato pengukuhan sebagai Guru Besar dalam bidang Pembelajaran IPA di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Terbuka dengan judul:

“Pembelajaran Sains untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21 Melalui Pendidikan Jarak jauh”

A. PENDAHULUAN

Bapak Rektor, Ketua & Anggota Senat Akademik, dan hadirin yang saya muliakan,

Pembukaan UUD 1945 aline ke-4 menyatakan bahwa tujuan pendidikan nasional kita adalah mencerdaskan kehidupan bangsa. Hal ini menggambarkan cita-cita mulia bangsa Indonesia untuk mendidik dan menyamaratakan pendidikan ke seluruh penjuru tanah air sehingga tercapai kehidupan bangsa yang cerdas. Kemudian dipertegas di dalam UU sisdiknas Nomor 20 Tahun 2003, yaitu bahwa Pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab. Turunannya, pembelajaran sains ditujukan sebagai salah satu wahana agar peserta didik dapat menjadi manusia berilmu, cakap, kreatif, mandiri dan juga berakhlak mulia sesuai dengan tujuan pendidikan nasional yang mengacu kepada UUD 1945 dan UU Sisdiknas 2003.

Pembelajaran sains dapat membentuk sikap ilmiah dan juga kemampuan mengembangkan beragam produk ilmiah yang dibutuhkan manusia dalam kehidupan. Kemajuan teknologi dan perkembangan jaman abad 21 membawa banyak perubahan yang tidak dapat diduga dan dielakkan oleh umat manusia. Oleh karenanya manusia dituntut untuk memiliki banyak keterampilan dalam menghadapi tantangan abad 21 ini. Pendidikan jarak jauh (PJJ) sebagai salah satu bentuk penyelenggaraan pendidikan menjadi salah satu solusi dalam menghadapi era desrupsi teknologi ini. PJJ didukung dengan pemanfaatan media teknologi yang intensif dapat mengatasi kendala jarak dan waktu siswa belajar. Tetapi, apakah pembelajaran sains melalui PJJ dapat menghasilkan siswa yang menguasai keterampilan berpikir kritis dan memecahkan masalah, komunikasi dan kolaborasi, keterampilan social, serta keterampilan inquiry sebagai tujuan hakiki dari pembelajaran sains?

Dalam kesempatan ini penulis akan menyampaikan pokok pikiran tentang Peran Pembelajaran Sain dalam rangka meningkatkan Keterampilan di Abad 21 melalui Pendidikan Jarak Jauh. Makalah ini

meliputi pengertian dan hakikat sains dan pembelajaran sains, sekilas tentang Pendidikan jarak jauh, tuntutan keterampilan di abad 21, dan peran pembelajaran sains dalam meningkatkan keterampilan siswa abad 21 pada pendidikan jarak jauh.

B. PENGERTIAN DAN HAKIKAT PEMBELAJARAN SAINS

Sains merupakan pengetahuan yang diperoleh dari serangkaian aktivitas yang sistematis yang digunakan untuk memahami fenomena dan gejala alam. Sains merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan yang memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia yaitu mempelajari alam semesta dengan segala perubahan yang terjadi di dalamnya. Sains pada hakikatnya dibangun atas dasar proses ilmiah, produk ilmiah, sikap ilmiah, dan aplikasinya (Chiappetta & Koballa, 2010).

1. Sains sebagai proses ilmiah menunjukkan bahwa dalam menghasilkan produk ilmiah, terdapat serangkaian proses ilmiah yang dilakukan yang disebut sebagai metode ilmiah. Metode ilmiah yang biasa dilakukan dalam menghasilkan produk ilmiah yaitu menentukan permasalahan dan membuat hipotesis, merancang dan melaksanakan eksperimen, mengolah dan menganalisis data, menyimpulkan serta mengkomunikasikan temuan.
2. Sains sebagai produk ilmiah menunjukkan bahwa pengetahuan yang terdiri dari konsep, prinsip, hukum, teori dan teknologi merupakan produk yang diperoleh melalui metode ilmiah.
3. Sains sebagai sikap ilmiah, yaitu sikap atau nilai-nilai yang dimiliki seorang ilmuwan ketika mencari atau mengembangkan pengetahuan baru, terdiri dari (1) sikap ingin tahu, (2) sikap ingin mendapatkan sesuatu yang baru, (3) sikap kerja sama, (4) sikap tidak putus asa, (5) sikap tidak berprasangka, (6) sikap mawas diri, (7) sikap bertanggung jawab, (8) sikap berpikir bebas, dan (9) sikap kedisiplinan diri (Harlen, 1992).
4. Aplikasi/penerapan sains dalam kehidupan seringkali dikaitkan dengan teknologi yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Teknologi merupakan penerapan konsep sains yang bersifat abstrak kedalam bentuk konkrit. Sains dan teknologi merupakan

dua hal yang saling terkait satu dengan yang lain karena sains secara umum merupakan pengetahuan yang didapatkan secara sistematis tentang struktur dan perilaku segala fenomena yang ada di alam beserta isinya. Sementara itu, teknologi merupakan aplikasi dari sains sebagai respons atas tuntutan manusia akan kehidupan yang lebih baik dengan memanfaatkan alam beserta isinya.

Selama beberapa dekade terakhir, pembelajaran sains didentikkan dengan *inquiry* (Constantinou et al., 2018; National-Research-Council, 2013, 2014). Pembelajaran berbasis inkuiri adalah metode yang seharusnya memberdayakan siswa dengan beragam keterampilan yang perlu dikuasai (Gaemi & Mirsaheed, 2017). Pembelajaran Sains akan optimal apabila 1) guru memahami *inquiry* (St. Pierre, 2019) siswa mempraktikkan keterampilannya (Marshall et al., 2017); dan 3) siswa memahami kemajuan mereka dalam mencapai keterampilan (Cairns & Aarepattamannil, 2019; Cartwright & Hallar, 2018). Pembelajaran sains menuntut para siswa untuk terlibat langsung secara aktif, baik dalam kegiatan fisik maupun mental. Hal ini dapat dimaknai bahwa dalam mencari berbagai informasi terkait fenomena alam melalui metode ilmiah, pembelajaran sains tidak hanya menuntut aktivitas *hands on* tetapi juga *minds on*. Seorang guru perlu memahami keterampilan inkuiri agar mampu memberikan proses pembelajaran IPA yang optimal. Pembelajaran berbasis inkuiri dapat meningkatkan kemampuan berpikir siswa (Dobber et al., 2017), meningkatkan kreativitas dan berkontribusi positif terhadap hasil belajar siswa (Rodríguez et al., 2019), berfungsi sebagai pembekalan untuk membangun kemandirian siswa dalam membangun pengetahuan baru (Donohue et al., 2020; Lederman & Lederman, 2019).

Pembelajaran sains memiliki peranan untuk menghasilkan sumber daya manusia yang inovatif dan memiliki kompetensi unggul baik secara *soft skill* maupun *hard skill*. Lulusan yang berkualitas dan mampu bersaing secara global, serta menguasai perkembangan teknologi merupakan hal yang penting bagi semua orang yang menentukan masa depan suatu negara (Kanematsu & M. Barry, 2016).

Pendidikan sains secara luas dianggap sebagai salah satu bagian paling integral dari pendidikan saat ini, karena bertanggung jawab untuk menciptakan warga negara yang melek ilmiah dan mempromosikan keterampilan abad ke-21.

Kualitas Pendidikan di Indonesia masih dipandang lebih rendah jika dibandingkan dengan negara-negara tetangga, misalnya dalam hasil tes PISA-Program for International Students Assessment. Salah satu indikator dari rendahnya kualitas Pendidikan di Indonesia adalah Ranking PISA (*Programme for International Student Assessment*)– Hasil PISA bidang Sains tahun 2018, menunjukkan bahwa siswa Indonesia berusia 15 tahun mencapai kompetensi ranking 71 dari 76 negara. Menurut OECD, 35% siswa Indonesia masih berada di kelompok kompetensi tingkat 1a dan 17% di tingkat lebih rendah. Tingkat kompetensi 1a yaitu mengacu pada kemampuan siswa dalam menggunakan bahan umum dan pengetahuan prosedural untuk mengenali atau membedakan penjelasan tentang fenomena ilmiah sederhana, mampu membedakan hubungan sebab akibat sederhana serta menafsirkan data grafik dan visual yang hanya membutuhkan kemampuan kognitif tingkat rendah (Wuryanto & Abduh. 2022)

C. KONSEP PENDIDIKAN JARAK JAUH (PJJ)

Salah satu kekhasan dari PJJ adalah adanya keterpisahan secara fisik antara siswa dengan instruktur/pengajar selama hampir sepanjang proses pembelajaran (Moore & Kearsley, 2012; Simonson et al., 2015). Karena kondisi ini, interaksi pada PJJ perlu dibantu oleh teknologi komunikasi, informasi dan media lain.

Terdapat lima generasi teknologi PJJ, yaitu 1) *correspondence model*, 2) *multimedia model*, 3) *telelearning model* (belajar melalui jaringan komunikasi atau komputer), 4) *flexible learning model* (model pembelajaran fleksibel), dan 5) *intelligent flexible learning model* (model pembelajaran fleksibel cerdas) (Taylor, 2001). Generasi kelima PJJ berlangsung sejak ada internet sampai dengan sekarang (Annand, 2002, 2008), ditandai dengan mulainya pembelajaran *online* atau pembelajaran berbasis internet.

Generasi Pembelajaran *online* pertama berupa pembelajaran *online asynchronous* berlangsung mulai tahun 1995an. Siswa generasi pembelajaran online pertama ini menekankan kepada kemampuan *self regulated learning* sehingga bersifat *autonomous learner*. Pembelajaran *online* merupakan sub kategori dari pendidikan jarak jauh dan merupakan alternatif pendidikan sepanjang hayat bagi mereka yang

tidak dapat mengikuti pendidikan tatap muka (Miltiadou & Savenye, 2003). Pembelajaran *online* menuntut kemandirian dan tanggung jawab siswa terhadap pembelajarannya. Menurut Kaufman (2004), kemandirian belajar ini merupakan faktor yang sangat penting dalam lingkungan PJJ karena terbatasnya dukungan yang diberikan instruktur atau teman sejawat dalam menyelesaikan studi (Kauffman, 2004). Selanjutnya, Generasi pembelajaran *online* kedua dikenal dengan *blended online learning* berkembang sekitar tahun 2005, dimana pembelajaran *online* bersifat *synchronous* dengan memanfaatkan *video conferencing* dipadukan dengan pembelajaran tatap muka (*on campus*) (Power, 2008). Dalam pembelajaran *Blended/Hybrid*, proporsi *online* yang digunakan dalam pembelajaran sekitar 30% sampai dengan 79%.

Pada type ini, pembelajaran online dan tatap muka dikombinasikan antara proporsi penyampaian bahan ajar secara *online* yang dilengkapi dengan diskusi online. Sementara itu dalam pembelajaran *Fully online (e-learning)*, Proporsi *online* yang digunakan dalam pembelajaran lebih dari 80%, sebagian besar atau seluruh bahan ajar disampaikan secara *online*. (Pannen, 2016).

D. KETERAMPILAN ABAD 21

Pada abad ke-21, dunia menjadi semakin tanpa batas dan mengakibatkan lokasi atau posisi, tempat dari suatu program atau kegiatan tidak lagi menjadi faktor hambatan, karena data, informasi, dan pengetahuan dapat diakses dari mana pun, kapan pun, melalui peralatan yang *mobile* dan terhubung dengan jaringan, serta dapat diperoleh dengan bantuan aplikasi/*software* yang berlimpah (Kusumah, 2023).

Seiring dengan kondisi global ini, telah terjadi pergeseran paradigma belajar yang dicirikan dengan 1) informasi tersedia dan dapat diakses dimana dan kapan saja, 2) komputasi, dimana segala pekerjaan/aktivitas sudah dijalankan dengan menggunakan mesin, 3) otomasi, dimana pekerjaan sudah dapat dilaksanakan secara otomatis, dan 4) komunikasi dimana antar individu dapat saling kontak dan berkomunikasi dari mana saja dan kemana saja. Pada masa ini dikenal sebagai masa disrupsi atau era digital. Pembelajaran didefinisikan sebagai proses belajar yang dibangun oleh guru untuk mengembangkan kreativitas berfikir yang dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam

mengkonstruksi pengetahuan baru sebagai upaya untuk meningkatkan penguasaan yang baik terhadap materi pelajaran. Dalam hal ini, peran guru memberikan stimulus, bimbingan, pengarahan dan dorongan kepada siswa agar terjadi proses belajar yang aktif, kreatif, dan produktif.

Proses pembelajaran melibatkan proses mental siswa untuk memperbaiki dan meningkatkan kemampuan berfikir siswa agar memperoleh pengetahuan yang mereka konstruksi sendiri. Pada masa ini juga, pembelajaran menggunakan teknologi untuk membantu siswa memecahkan masalah, menganalisis data, berpikir analisis, bekerjasama dan berkolaborasi dengan siswa lain. Hal-hal tersebut merupakan tantangan abad 21 yang dihadapi oleh guru dan kalangan Pendidikan.

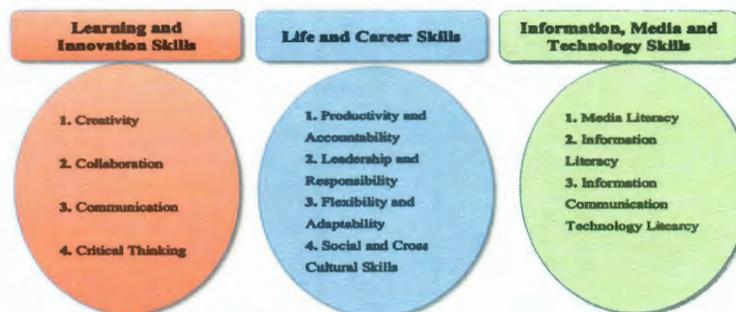
Untuk menghadapi tantangan abad 21, diperlukan keterampilan abad 21 yang mengacu pada seperangkat kompetensi dan kemampuan yang dianggap penting untuk sukses di dunia modern (Nahar, 2023). Individu yang memiliki keterampilan abad ke-21 digambarkan sebagai warga negara yang berkarakter, pekerja yang berkualitas dan mampu beradaptasi terhadap perubahan dunia. Keterampilan abad 21 didefinisikan sebagai persyaratan untuk meningkatkan kepercayaan diri dan keaktifan individu untuk beradaptasi dengan kondisi baru dengan menerapkan teknologi (Zorlu & Zorlu, 2021). Keterampilan abad ke-21 juga sering disebut sebagai keterampilan kerja dan hidup, atau keterampilan generik, dan berhubungan dengan serangkaian pengetahuan yang luas, kebiasaan kerja dan karakter yang diyakini sangat penting untuk sukses di dunia kerja saat ini. Dalam konsep ini ditekankan pentingnya individu untuk mampu menerapkan pengetahuan daripada sekadar mengingat fakta atau konsep, melakukan pemikiran kritis untuk memecahkan masalah atau membuat keputusan. Oleh karenanya, fokus utama pada proses belajar mengajar pada abad 21 di sekolah adalah memastikan siswa menguasai keterampilan untuk mempersiapkan kehidupan (Leahy & Dolan, 2010).

Kerangka kerja pembelajaran abad 21 dikenal sebagai *Partnership for 21st Century Learning* (P21) yang menjelaskan bahwa hasil belajar abad 21 adalah siswa yang memiliki keterampilan, pengetahuan dan kemampuan di bidang teknologi, media dan informasi, keterampilan pembelajaran dan inovasi serta keterampilan hidup dan karir. Kerangka kerja ini juga menjelaskan tentang keterampilan, pengetahuan dan keahlian yang harus dikuasai agar siswa dapat sukses dalam kehidupan dan pekerjaannya. P21 mengidentifikasi 3 jenis keterampilan yang

diperlukan menghadapi abad 21 yaitu 1) keterampilan belajar (*learning skills*), meliputi Kreativitas dan inovasi (*creativity and innovation*), berpikir kritis dan menyelesaikan masalah (*critical thinking and problem solving*), komunikasi (*communication*) dan kolaborasi (*collaboration*); 2) keterampilan literasi (*literacy skills*) meliputi literasi informasi, media dan ICT; serta 3) keterampilan hidup (*life skills*), yang meliputi fleksibilitas dan adaptasi (*flexibility and adaptability*), inisiatif dan pengaturan diri (*initiative and self-direction*), keterampilan social dan pertukaran budaya (*social and cross-cultural skills*), produktivitas dan akuntabilitas (*productivity and accountability*), kepemimpinan (*leadership*) and tanggung jawab (*responsibility*).

Sejalan dengan itu, *The Assessing and Teaching of 21st Century Skills* (ATC21S) mengkategorikan keterampilan abad 21 menjadi 1) *Ways of Thinking* meliputi keterampilan berkreasi dan inovasi; berpikir kritis, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan ; belajar untuk belajar dan metakognisi , 2) *Ways of Working* meliputi keterampilan komunikasi, kolaborasi, dan kerja tim / teamwork, 3) *Tools for Working* meliputi literasi informasi; literasi infomasi komunikasi dan teknologi, 4) and *Living in the World* terdiri atas keterampilan hidup dan karir; personal and tanggung jawab social (Binkley et al., 2012).

Dalam kerangka umum, keterampilan abad 21 dapat dikategorikan menjadi tiga kelompok utama: keterampilan belajar dan inovasi; keterampilan hidup dan karir; dan informasi, media dan teknologi keterampilan. Keterampilan belajar dan inovasi (*learning and Inovation skills*), terdiri atas kreativitas, kolaborasi, komunikasi, dan berpikir kritis. Keterampilan hidup dan karir (*carrier and life skills*) terdiri atas produktivitas dan akuntabilitas, kepemimpinan dan tanggung jawab, fleksibilitas dan adaptabilitas, serta keterampilan social dan pertukaran budaya.



Gambar 1.
Kategori Keterampilan Abad 21

Keterampilan “*Life and Career Skill*” didefinisikan sebagai keterampilan yang memungkinkan individu untuk beradaptasi dan hidup bersama dengan damai, memiliki kekuatan untuk beradaptasi dengan budaya, bahasa, dan lingkungan hidup yang berbeda. Berkat keterampilan ini, individu memiliki kekuatan untuk menemukan diri mereka sendiri; mereka dapat memperbaiki dan menciptakan lingkungan untuk diri mereka sendiri baik dari segi kondisi hidup maupun kerja. Individu dengan keterampilan ini berkontribusi pada pembentukan masyarakat dengan disiplin kerja profesional dan kesadaran tentang tanggung jawab mereka. Perspektif “masyarakat untuk individu” mendasari keterampilan ini (Ağaoğlu & Demir, 2020).

Keterampilan informasi, media dan teknologi (*information, media & technology skills*) terdiri atas literasi media, literasi informasi dan literasi teknologi informasi dan komunikasi. Pertama, literasi informasi mengandung makna bahwa siswa mampu mengakses informasi secara efektif (sumber informasi) dan efisien (waktunya); mengevaluasi informasi yang akan digunakan secara kritis dan kompeten; menggunakan dan mengelola informasi secara akurat dan efektif untuk mengatasi masalah. Kedua, literasi media mengandung makna bahwa siswa mampu memilih dan mengembangkan media yang digunakan untuk berkomunikasi.

Ketiga, literasi ICT mengandung makna bahwa siswa memiliki kemampuan dalam menganalisis media informasi; dan menciptakan media yang sesuai untuk melakukan komunikasi (Trilling & Fadel, 2009).



Gambar 2.
Kerangka Kerja dari Keterampilan Abad 21

Wagner (2010) dan *Change Leadership Group* dari Universitas Harvard mengidentifikasi kompetensi dan keterampilan bertahan hidup yang diperlukan oleh siswa dalam menghadapi kehidupan, dunia kerja, dan kewarganegaraan di abad ke-21 yaitu: (1) kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah, (2) kolaborasi dan kepemimpinan, (3) ketangkasan dan kemampuan beradaptasi, (4) inisiatif dan berjiwa entrepreneur, (5) mampu berkomunikasi efektif baik secara oral maupun tertulis, (6) mampu mengakses dan menganalisis informasi, dan (7) memiliki rasa ingin tahu dan imajinasi. Secara ringkas, sering kali disebut sebagai **7C yaitu: Critical thinking, Creativity, Collaboration, Communication, Information, and media literacy, Computing and ICT literacy, Cross-cultural understanding, and Career and learning self-reliance**

Lebih jauh, *US-based Apollo Education Group* mengidentifikasi sepuluh (10) keterampilan yang diperlukan siswa untuk bekerja di abad ke-21, yaitu keterampilan berpikir kritis, komunikasi, kepemimpinan, kolaborasi, kemampuan beradaptasi, produktifitas dan akuntabilitas, inovasi, kewarganegaraan global, kemampuan dan jiwa entrepreneurship, serta kemampuan untuk mengakses, menganalisis, dan mensintesis informasi (Berry, 2012).

Selanjutnya, Kementerian Pendidikan dan kebudayaan merumuskan bahwa paradigma pembelajaran abad 21 menekankan pada kemampuan siswa dalam mencari tahu dari berbagai sumber, merumuskan permasalahan, berpikir analitis dan kerjasama serta

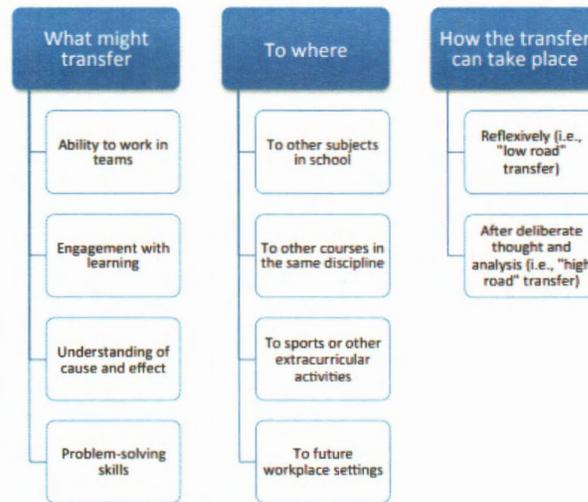
berkolaborasi dalam menyelesaikan masalah (Kemdikbud, 2013). Adapun penjelasan mengenai framework pembelajaran abad ke-21 menurut (BNSP, 2010) adalah sebagai berikut: (a) Kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (*Critical-Thinking and Problem-Solving Skills*), siswa mampu berfikir secara kritis, lateral, dan sistemik, terutama dalam konteks pemecahan masalah; (b) Kemampuan berkomunikasi dan bekerjasama (*Communication and Collaboration*), yaitu siswa mampu berkomunikasi dan berkolaborasi secara efektif dengan berbagai pihak; (c) Kemampuan mencipta dan membarui (*Creativity and Innovation Skills*), yaitu siswa mampu mengembangkan kreativitas yang dimilikinya untuk menghasilkan berbagai terobosan yang inovatif; (d) Literasi teknologi informasi dan komunikasi (*Information and Communications Technology Literacy*), yaitu siswa mampu memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan kinerja dan aktivitas sehari-hari; (e) Kemampuan belajar kontekstual (*Contextual Learning Skills*), yaitu siswa mampu menjalani aktivitas pembelajaran mandiri yang kontekstual sebagai bagian dari pengembangan pribadi, dan (f) Kemampuan informasi dan literasi media, yaitu siswa mampu memahami dan menggunakan berbagai media komunikasi untuk menyampaikan beragam gagasan dan melaksanakan aktivitas kolaborasi serta interaksi dengan beragam pihak.

E. STRATEGI PEMBELAJARAN SAINS DALAM MENINGKATKAN KETERAMPILAN ABAD 21

Pembelajaran sains pada abad 21 harus dapat menjawab tantangan kehidupan di era digital. Suatu era dimana terdapat perubahandan disrupsi dalam semua segmen kehidupan sebagai akibat dari perkembangan teknologi yang begitu massif. Untuk itu, terdapat beberapa strategi agar keterampilan abad 21 dapat diajarkan dalam pembelajaran sains (Saavedra & Opfer, 2012), yaitu:

1. Menyusun kurikulum yang relevan dengan realitas kehidupan dan sesuai dengan minat siswa. Hal ini dilakukan agar pembelajaran menarik dan dapat meningkatkan kreativitas.
2. Mengajar tidak hanya pengetahuan tetapi juga sekaligus keterampilan lainnya misal keterampilan melakukan hipotesis, keterampilan melakukan eksperimen, keterampilan menganalisis data, keterampilan menyimpulkan dan mengkomunikasikan.

3. Para siswa secara simultan dilatih untuk mengembangkan keterampilan *higher order thinking*. Karena ketrampilan berpikir tingkat tinggi membutuhkan waktu untuk berkembang, maka guru dapat mengajukan pertanyaan yang memancing pemikiran dan melatih pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi serta menerapkan pemahaman baru ke konteks baru yang belum dipetakan.
4. Mendorong terjadinya transfer pembelajaran (*Encourage Transfer of Learning*)
Siswa harus mentransfer keterampilan dan pengetahuan yang mereka peroleh dalam satu disiplin ke ilmu yang lain. Mereka harus juga menerapkan apa yang mereka pelajari di sekolah ke dalam kehidupan mereka. Transfer melibatkan tiga komponen variabel, yaitu
 - a. Keterampilan, konsep, pengetahuan, sikap, dan strategi apa yang mungkin ditransfer?
 - b. Untuk konteks, situasi, atau penerapan yang mana?
 - c. Bagaimana transfer dapat dilakukan?



Gambar 3.
Bagaimana Transfer Bekerja

Untuk mendorong proses transfer pembelajaran ini, guru dapat melakukan metode sebagai berikut:

1. Merancang pengalaman belajar sehingga siswa dapat menerapkan pengetahuan dan keterampilan.
2. Menugaskan siswa:
 - a. Membuat essay berupa argumentasi terhadap suatu permasalahan
 - b. Menerapkan suatu keterampilan, sikap, atau konsep tertentu ke situasi berbeda.
 - c. Menggeneralisasikan prinsip-prinsip yang luas dari informasi tertentu.
 - d. Membuat analogi antara suatu topik dan sesuatu yang berbeda, misalnya antara ekosistem dan pasar keuangan.
 - e. Menugaskan siswa untuk berpikir secara eksplisit tentang pemikiran mereka sendiri (suatu proses yang dikenal sebagai metakognisi).
3. Mensituasikan agar semua siswa terlibat dalam diskusi
4. Melatih persamaan dan perbedaan suatu fakta atau fenomena secara kontekstual.
5. Melatih siswa untuk melakukan metakognisi.
Guru dapat mengembangkan kapasitas metakognitif siswa dengan mendorong mereka untuk secara eksplisit mempelajari bagaimana mereka berfikir.
6. Membangun pemahaman baru siswa melalui konsep siswa yang salah (*miskonsepsi*) dengan memberikan kesempatan bagi siswa untuk mempelajari fakta-fakta yang ada
7. Bekerja kolaborasi
Bekerja berpasangan atau berkelompok merupakan cara yang ideal bagi siswa untuk mengembangkan metakognisi, keterampilan komunikasi, dan dapat mengurangi miskonsepsi.
8. Memanfaatkan teknologi dalam proses pembelajaran
Teknologi berpotensi untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, pemikiran kritis, dan keterampilan komunikasi; mentransfernya ke konteks yang berbeda; merefleksikan pemikiran mereka; berlatih mengatasi miskonsepsi; dan berkolaborasi dengan teman dengan menggunakan alat yang menarik untuk topik yang relevan dengan kehidupan. Sumber

belajar yang melimpah di internet, memberikan kesempatan kepada siswa untuk menilai keandalan dan validitas sumber, serta berlatih memfilter dan menggunakan informasi yang valid dari internet sebagai sebuah sumber referensi dengan cara yang tak terhitung jumlahnya.

9. Mendorong kreativitas siswa
Jika siswa menemukan materi pelajaran yang relevan dengan kehidupan, mereka lebih termotivasi secara intrinsik untuk belajar dan menggunakan pengetahuan dan pemahaman baru mereka secara kreatif.

F. PERAN PEMBELAJARAN SAINS PADA PENDIDIKAN JARAK JAUH UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN ABAD 21

Pendidikan jarak jauh menjadi solusi yang penting dalam dunia Pendidikan karena dapat mengatasi hambatan geografis dan waktu bagi para siswa dan pengajar serta memungkinkan akses pendidikan yang lebih luas. Pendidikan jarak jauh menjadi sangat strategis bagi pembelajaran sains dalam mempercepat terjadinya penguasaan keterampilan abad 21 secara massif lintas ruang dan waktu. Secara khusus berikut beberapa contoh pembelajaran sains pada PJJ dan kontribusinya terhadap peningkatan keterampilan abad 21 para siswa.

1. Penggunaan Sumber Daya Digital atau Berbagai Aplikasi Dalam PJJ

Penggunaan berbagai sumber daya digital dalam proses pembelajaran Sains pada PJJ memungkinkan siswa untuk dapat mengakses video pembelajaran, simulasi interaktif, bahan bacaan digital, dan platform pembelajaran online. Untuk itu, siswa dilatih untuk memilih sumber belajar yang valid dan mengikuti etika akademik.

Dengan memanfaatkan sumber daya digital, siswa dapat meningkatkan pemahaman mereka tentang konsep-konsep sains secara mandiri. Sumber-sumber daya digital tersebut juga dapat membantu mengembangkan berbagai keterampilan siswa keterampilan berpikir kritis, komunikasi, kepemimpinan, kolaborasi, kemampuan beradaptasi, berinovasi, serta kemampuan untuk mengakses, menganalisis, dan mensintesis informasi. Selain itu, penggunaan berbagai aplikasi dalam

pembelajaran sains melalui PJJ dapat meningkatkan keterampilan kreativitas. Aplikasi yang dapat digunakan dalam pembelajaran sains Pendidikan jarak jauh (Unlu & Kiray, 2022) di antaranya:

- a. *Video recording dan conferencing tools*, yaitu di antaranya zoom, google meet, loom, teamlink, webbex.
- b. *Video Tools with Educational Content*, yaitu di antaranya Massive Open Online Courses (MOOCs), TED (Technology, Entertainment, Design), Khan Academy.
- c. *Modeling and Design Tools* yaitu di antaranya 3D Virtual Science Labs, Autodesk Tinkercad
- d. *Virtual/Augmented Reality Based Mobile Training Applications*
- e. *Simulation Tools* yaitu di antaranya Algodoo
- f. *Web 2.0-Based Measurement and Evaluation Tools* yaitu di antaranya: Kahoot, quizzes, Baamboozle, mentimeter, google form
- g. *Digital Story and Presentation Preparation Tools* yaitu di antaranya: storyjumper, powtoon, pixton, glogster, infogram, canva, reately
- h. *Classroom Management and Data Gathering Tools* yaitu di antaranya: edzpuzle, google classroom, padlet, seesaw.

2. **Online Learning**

Online learning sebagai platform pembelajaran dengan terkoneksi internet, memiliki banyak fasilitas yang dapat menunjang pencapaian keterampilan abad 21. Beberapa studi melaporkan bahwa pembelajaran sains dengan memanfaatkan *open educational resources (OER)* melalui *e-learning* telah mampu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan berpikir kritis (Rahayu & Sapriati, 2018), para siswa dilatih untuk terampil dalam mengidentifikasi informasi yang valid dan membedakan antara fakta dan opini. Latihan refleksi kepada para siswa yang diberikan pada proses *e-learning* pun mampu meningkatkan keterampilan reflektif (Sekarwinahyu et al., 2022). Selain itu, dengan bantuan panduan belajar yang terintegrasi pada *e-learning*, keterampilan mengatur diri untuk belajar (belajar mandiri) siswa pada mata kuliah Struktur Hewan dan Strategi Pembelajaran Biologi meningkat (Rahayu et al., 2017). Terdapat peningkatan *Self Regulated Learning (SRL)* dan hasil belajar mahasiswa Pendidikan Biologi setelah diberi pelatihan terstruktur yang menerapkan

strategi metakognisi dan kognisi pada saat *e-learning* (Rahayu & Widodo, 2018).

3. Teknologi dan Media interaktif: Simulasi Virtual dan Laboratorium Virtual

Dalam pendidikan jarak jauh, teknologi dan media interaktif menjadi sarana penting dalam memahami pembelajaran sains. Laboratorium virtual menyerupai laboratorium “nyata”. Dengan mouse, siswa bergerak di lab virtual dan dapat melakukan beberapa tes ilmiah. Keuntungan dari pembelajaran berbasis *virtual lab (online)* adalah siswa dapat melakukan percobaan untuk materi tingkat lanjut, yang bersumber dari data nyata yang dihasilkan dari sumber lain, yang dapat digunakan di laboratorium atau untuk penelitian masa depan. Selain itu juga untuk memfasilitasi sekolah yang kurang memiliki peralatan canggih. Melalui teknologi, seperti simulasi komputer, atau laboratorium virtual, siswa dapat melakukan eksperimen virtual, mengamati fenomena ilmiah, memahami, dan menerapkan konsep-konsep yang mereka pelajari secara interaktif. Contohnya, siswa dapat menggunakan simulasi fisika untuk mempelajari hukum gerak atau menggunakan program komputer untuk melakukan percobaan kimia. Penelitian terkait pemanfaatan aplikasi dalam topik atau pembelajaran sains telah dilakukan (Sapriati, Sekarwinahyu & Rahayu, 2018); Kismiati, Hutasoit & Rahayu, 2022). Simulasi dan laboratorium virtual ini dapat mengembangkan keterampilan abad 21 seperti berpikir kreatif, literasi digital, pemecahan masalah, dan berpikir kritis. Studi lain juga menunjukkan bahwa lab virtual efektif melibatkan siswa dan memperkuat konsep ilmu yang sulit dipahami.

4. Penggunaan Augmented Reality (AR) dalam Pembelajaran Sains PJJ

AR merupakan salah satu bentuk/produk pemanfaatan aplikasi pada bidang sains dikarenakan perlu visualisasi yang jelas untuk konsep-konsep sains yang abstrak. AR sebagai media pembelajaran interaktif dapat memudahkan siswa untuk belajar dan membuat pembelajaran menjadi lebih bermakna. Beberapa pengembangan dan penelitian AR sebagai berikut: AR/VR untuk menggambarkan system Saraf (Mustaqim et al., n.d.), AR menggambarkan susunan mata (Widiasih et al., 2023),

AR sebagai media pembelajaran berbasis permainan (Nikko et al., 2014), materi sistem sirkulasi (Sural, 2018). Pembelajaran yang dibantu menggunakan AR dapat melatih keterampilan berpikir HOTS pada abad 21 (Simonson et al., 2015).

5. Model Pembelajaran Inquiry, Pembelajaran Berbasis Project (PJBL) dan Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) yang Dintegrasikan ke Dalam Pembelajaran Sains Online

Model pembelajaran inquiry, PJBL dan PBL dapat diterapkan pada pembelajaran sains melalui Pendidikan jarak jauh. Beberapa studi menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran inquiry dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis, keterampilan memecahkan masalah, keterampilan komunikasi, dan keterampilan kolaborasi (Rahayu et al., 2022). Penerapan pembelajaran berbasis project juga dilakukan dalam pembelajaran sains PJJ. Hal ini terbukti dapat meningkatkan keterampilan kolaborasi, berpikir kritis dan komunikasi (Rahayu et al., 2022).

6. Proyek Kolaboratif Sains Siswa

Pada Pembelajaran online, dengan metode Proyek kolaboratif, siswa dapat belajar bekerja dalam tim, berbagi ide, dan membangun pengetahuan Bersama (Rahayu et al., 2022). Hal ini konsisten dengan tuntutan dunia kerja saat ini yang membutuhkan kemampuan bekerja dalam tim yang efektif. Aktivitas ini dapat meningkatkan keterampilan kolaborasi, berpikir kritis dan pemecahan masalah dan literasi digital.

7. Diskusi Online

Diskusi pada *e-learning* dapat diajarkan untuk menghormati pendapat orang lain, tetapi tetap mempertahankan kecerdasan ilmiah. Aktivitas ini dapat meningkatkan keterampilan kolaboratif, berpikir kritis dan pemecahan masalah (Rahayu et al., 2022), kreatif dan inovasi, komunikasi, serta literasi digital.

Namun demikian, Sejauh ini pengalaman secara langsung (*hands on experience*) saat melaksanakan aktivitas eksperimen sebagai seorang pebelajar masih banyak yang belum tergantikan oleh teknologi dan menjadi factor penghambat karena keterampilan psikomotorik kurang terlatih. Padahal pengembangan program aplikasi atau simulasi

untuk menjadi sebuah media Pembelajaran sains tidak mudah dan juga memerlukan waktu. Terkadang sikap ilmiah yang harus dimiliki para siswa pada pembelajaran sains seperti kehati-hatian (mawas diri), pantang menyerah, juga menjadi terabaikan. Ini lah yang harus kita pertahankan untuk tetap diajarkan dan dilatihkan kepada para siswa dalam membelajarkan sains. Para siswa harus tetap memiliki pengalaman langsung dalam melakukan eksperimen sehingga tetap memiliki sikap ilmiah yang seharusnya dimiliki oleh para ilmuwan.

G. PENUTUP

Perubahan teknologi yang terjadi pada abad 21 mendorong terjadinya pergeseran paradigim belajar karena semua serba komputasi dan otomasi, didukung informasi yang berlimpah, serta komunikasi yang tak terbatas. Paradigma belajar abad 21 menuntut penguasaan keterampilan abad 21 oleh siswa yang meliputi keterampilan dalam belajar seperti keterampilan berpikir kritis dan memecahkan masalah, kreatif, komunikasi, dan kolaborasi, keterampilan hidup dan karir seperti kemampuan beradaptasi, bersosial dan lintas budaya, kemampuan kepemimpinan dan bertanggung jawab, serta keterampilan teknologi, media dan informasi seperti literasi digital, literasi media dan informasi.

Didukung dengan kemajuan teknologi yang begitu cepat, proses Pembelajaran sains melalui PJJ menjadi sangat strategis, terutama untuk percepatan penyebaran pengetahuan dan penguasaan keterampilan abad 21 secara massif lintas ruang dan waktu. Pada prakteknya, pembelajaran sains melalui PJJ sangat terbantu dengan perkembangan teknologi secara khusus yaitu untuk visualisasi konsep yang abstrak dan mikro, memudahkan peningkatan pemahaman, dan menggambarkan atau mendemonstrasikan dengan lebih jelas penemuan konsep atau teori melalui metode ilmiah. Dalam PJJ yang memanfaatkan teknologi secara intensif, keterampilan berpikir kritis dan memecahkan masalah, keterampilan berpikir kreatif, keterampilan kolaborasi, keterampilan komunikasi bahkan keterampilan/ literasi teknologi, media dan informasi dapat dilatihkan dan dicapai untuk menghadapi kehidupan abad 21 ini.

Ucapan Terima Kasih

Hadirin yang saya hormati,

izinkan dalam kesempatan ini saya mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas semua nikmat dan karunia yang telah dilimpahkan kepada saya, dan perkenan saya menyampaikan ucapan Terima kasih yang tak terhingga untuk semua pihak yang telah memberikan dukungan dan doa sehingga saya dapat mencapai gelar Guru Besar dalam bidang Pembelajaran IPA:

1. Rektor Universitas Terbuka – bapak Prof. Dr. Ojat Darajat – beserta jajaran pimpinan Universitas Terbuka yang telah memfasilitasi pengajuan usulan guru besar saya sehingga semuanya berjalan lancar tanpa hambatan apapun.
2. Kepada Prof. Dr. Atwi Suparman, Prof. Tian Belawati, dan Prof. Paulina Pannen senior dan mentor saya di Universitas Terbuka, terima kasih banyak atas dukungannya.
3. Promotor, rekan sekelas ketika S1 di IKIP Bandung, dan juga peer reviu Dupak Guru Besar saya, Prof. Dr. Phil. Ari Widodo, M.Ed.
4. Secara khusus untuk suamiku tercinta, kang Yos Sudarso yang selalu memberikan dorongan, semangat dan motivasi serta selalu pengertian dan mendampingi. Juga untuk anak-anakku tersayang Fajrin Rimadhyani Firdaus, Dhilayla Putri Sudarso, Mohamad Akbar Sudarso yang selalu pengertian dan sumber penyemangat. Serta mas Aldy dan cucuku tersayang Raffasya. Bunda ucapkan terima kasih banyak atas pengertian, motivasi dan dukungan yang luar biasa selama ini.
5. Kepada ayah tercinta Alm. H. Endjo Soetardja dan ibu Hj. Entin Soetinah yang semasa hidup selalu memotivasi dan menjadi panutan dan tauladan.– serta Alm dan almh. Ayah dan Ibu mertua – alm Bapak H. Hasyim dan Ibu Hj Mintarsih almarhumah yang dengan tulus dan perhatian selalu memberikan doa, saya ucapkan terima kasih tak terhingga.
6. Kakak-kakak ku tersayang Ceu Enok, Kang Drs. Didit S, M.M, kang Prof. Dr. Dede Setiadi, M.Si, kang Drs. Dedi S, kang Ir. Odi S., MM, Kang Drs. Enjat S, Ceu Euis L, S.Pd, Ceu Dekon, S.H dan Kang Ir. Asep P., MM. Terima kasih telah menjadi contoh dan tauladan dalam kehidupanku.

7. Ibu Prof Paulina Pannen dan Prof AA Ketut Budiastira yang telah berkenan mereviu naskah orasi pengukuhan GB.
8. Rekan-rekan, kolega, dan civitas akademika Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan pada khususnya (Dekanat, Para kaprodi, Dosen Prodi Pendidikan Biologi, dosen FKIP dan Tenaga Kependidikan, neng Mestika, teh Lia) serta rekan-rekan di unit lainnya. Terima kasih atas kebersamaan, Kerjasama dan kebahagiaan yang telah diberikan.
9. Khusus kepada rekan-rekan di Bagian Kepegawaian FKIP dan Universitas Terbuka (Mas Heri, Mas Tri Yulianto, Bu Heti, Mbak Andri, dan Mbak Laras), terima kasih tak terhingga atas semua bantuan yang diberikan selama ini.
10. Para Guru besar FKIP yang telah menjadi sumber inspirasi
11. Sahabat-sahabat kecilku Vini, Sam Herru, Rosana dan alo Dedeh yang telah membersamaiku semasa kecil...terima kasih banyak.
12. Keluarga serta sahabat-sahabat ku yang lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, saya ucapkan terima kasih banyak atas semuanya. *Thank you so much for everything.*

Terima kasih. Wabillahi taufik wal hidayah.

Wassalamuálaykum warohmatullohi wa barokatuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Ağaoğlu, O., & Demir, M. (2020). The integration of 21 st century skills into education: an evaluation based on an activity example. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 7(3), 105–114.
- Annand, D. (2002). *Entering the Fifth Generation of Distance Education: a Case Study of Athabasca University*.
- Berry, D. M. (2012). *Introduction: Understanding the digital humanities*. In Berry D. M. (Eds.) *Understanding digital humanities*. Palgrave Macmillan.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). *Defining twenty-first century skills*. In P. Griffin, B. McGaw, E. Care (Eds.) *Assessment and teaching of 21st century skills*. Springer.
- BNSP. (2010). *Paradigma Pendidikan Nasional Abad XXI*. In *Paradigma Pendidikan Nasional Abad XXI*. BSNP.
- Cairns, D., & Areepattamannil, S. (2019). Exploring the Relations of Inquiry-Based Teaching to Science Achievement and Dispositions in 54 Countries. *Research in Science Education*, 49(1), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9639-x>
- Cartwright, T., & Hallar, B. (2018). Mengambil risiko dengan mindset berkembang: pengaruh jangka panjang dari praktikum sains pralayanan dasar setelah sekolah. *Jurnal Internasional Pendidikan Sains*, 40(3), 348–370.
- Chiappetta, E. L., & Koballa, T. R. (2010). *Science Instruction in The Middle and Secondary Schools Developing Fundamental Knowledge and Skills*. Pearson Inc.
- Constantinou, C. P., Tsivitanidou, O. E., & Rybska, E. (2018). What Is Inquiry-Based Science Teaching and Learning? *Contributions from Science Education Research*, 5, 1–23. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91406-0_1

- Dobber, M., Zwart, R., Tanis, M., & van Oers, B. (2017). Literature review: The role of the teacher in inquiry-based education. *Educational Research Review*, 22, 194–214. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.002>
- Donohue, K., Buck, G. A., & Akerson, V. (2020). Dimana ilmunya? Menjelajahi pemahaman teoritis dan praktis pendidik sains baru tentang penyelidikan ilmiah. *Jurnal Internasional Penelitian Dalam Pendidikan Dan Ilmu Pengetahuan*, 6(1), 1–13.
- Gaemi, F., & Mirsaeed, S. (2017). *The impact of Inquiry based learning Approach on Critical Thinking Skills of EFL Students*.
- Harlen, W. (1992). *The Teaching of Science: Studies in Primary Education*. David Fulthon Publishing Company.
- Kanematsu, H., & M. Barry, D. (2016). Chapter 2: Theory of Creativity. *Journal Springer*, 9–12.
- Kauffman, D. F. (2004). Self-regulated learning in Web-based environments: Instructional tools designed to facilitate cognitive strategy use, metacognitive processing, and motivational beliefs. *Journal of Educational Computing Research*, 30(1–2), 139–161. <https://doi.org/10.2190/AX2D-Y9VM-V7PX-0TAD>
- Kemdikbud, L. (2013). *Kurikulum 2013: Pergeseran Paradigma Belajar Abad-21*.
- Kismiati, D. A., Hutasoit, L. R., & Rahayu, U. (2022). Pengenalan BASF Virtual Lab Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Technological Pedagogical Content Knowledge: Sebuah Survei Kepuasan Guru Sekolah Dasar. : *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(1), 984–992. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i1.1960>
- Kusumah, Y. (2023). *Pembelajaran Matematika berbasis Information and Communication Technology (ICT) untuk Meningkatkan Kemampuan Matematis Siswa SMP/SMA*.

- Leahy, D., & Dolan, D. (2010). *Digital Literacy: A Vital Competence for 2010?* Diunduh dari [https:// link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-642-15378-5_21.pdf](https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-642-15378-5_21.pdf)
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2019). Teaching and Learning of Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry: Building Capacity through Systematic Research-Based Professional Development. *Journal of Science Teacher Education*, 30(7), 737–762. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2019.1625572>
- Marshall, J. C., Cerdas, J. B., & Alston, D. M. (2017). Instruksi berbasis inkuiri: solusi yang mungkin untuk meningkatkan pembelajaran siswa terhadap konsep sains dan praktik ilmiah. *Jurnal Internasional Pendidikan Sains Dan Matematika*, 15(5), 777–796.
- Miltiadou, M., & Savenye, W. (2003). Applying Social Cognitive Constructs of Motivation to Enhance Student Success in Online Distance Education. *Association for the Advancement of Computing in Education Journal*, 11(1), 78–95.
- Moore, G. M., & Kearsley, G. (2012). *Distance Education: a System View of Online Learning. Third Edition*. Wadsworth, Cengage Learning.
- Mustaqim, I., Azhar, M., #2, I., Srimurdianti, A., #3, S., Profesor, J., Nawawi, D. H. H., Laut, B., Tenggara, P., Pontianak, K., & Barat, K. (n.d.). *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika) Aplikasi Media Pembelajaran Biologi Sistem Saraf Pusat Menggunakan Augmented Reality*.
- Nahar, L. (2023). The Effects of Standardized Tests on Incorporating 21st Century Skills in Science Classrooms. *Integrated Science Education Journal*, 4(2), 36–42. <https://doi.org/10.37251/isej.v4i2.324>
- National-Research-Council. (2013). *The next generational science standards*. Akademi Nasional Press.

- National-Research-Council. (2014). *Developing assessment for the next generational science standards*. Akademi Nasional Press.
- Nikko, P., Hafidha, W., & Sudarmilah, E. (2014). Augmented Reality Sistem Periodik Unsur Kimia Sebagai Media Pembelajaran Bagi Siswa Tingkat SMA Berbasis Android Mobile. *KomuniTi*, *VI*(2), 122–131.
- Pannen, P. (2016). *Kebijakan pendidikan jarak jauh dan e-learning di Indonesia*. Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi.
- Power, M. (2008). The Emergence of a Blended Online Learning Environment. *Journal of Online Learning and Teaching*, *4*(4), 503–514.
- Raharja, U., Rumanta, M., Rahayu, U.(2021). Pengaruh Model Inquiry-Based Learning dan Motivasi Belajar Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas V SD. *Jurnal Elementaria Edukasia*, Volume 4 hal. 55-64, No. 1, , ISSN : 26550857 (online), Penerbit : Universitas Majalengka
- Rahayu, U., Widodo, A.(2017). Pengembangan Tutorial Online Yang Mengintegrasikan Panduan Belajar Mandiri Untuk Melatih Self-regulated Learning. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*: Vol. 2 No. 2, Hal 201-210. P-ISSN 2460-8300. E-ISSN : 2528-4339; Penerbit Balitbang dan Perbukuan Kemendikbud.
- Rahayu, U., Widodo, A., Dharmayanti, T.(2017). The Effect of Self-Regulated Learning Through Online Tutorials Integrating Learning Strategy In Improving The Independence and Academic Achievement Of Biology Education Students. *UNNES Science Journal*: Vol. 6 no. 2. hal 1552-1560.p-ISSN 2252-6617 | e-ISSN 2502-6232 Penerbit UNNES
- Rahayu, U., Anam, R. S., Sekarwinahyu, M., & Sapriati, A. (2022). The Inquiry Skills of Teachers in Elementary School. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, *6*(2), 228–235. <https://doi.org/10.23887/jisd.v6i2.46909>

- Rahayu, U., Darmayanti, T., Widodo, A., & Redjeki, S. (2017). The Development of CERDAS Learning Strategy Guide For Science Education Students of Science Distance Education. *Journal of Physics: Conference Series*, 755(1), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/011001>
- Rahayu, U., & Widodo, A. (2018). Enhancing Students' Self Regulated Learning and Achievement Through Training on Metacognitive and Cognitive Strategy. *Advanced Science Letters*, 24(11), 8414–8417.
- Rahayu, U & Sapriati, A. (2018). Open Educational Resources Based Online Tutorial Model for Developing Critical Thinking of Higher Distance Education Students. *Turkish Online Journal of Distance Education*, Volume 19 , Issue 4, Pages 163 – 175. Penerbit :Anadolu University
- Rahayu, U., Mestika, S., Sapriati, A., & Anam, R. S. (2022). *Laporan penelitian Tahun ke-2: Model Perkuliahan Jarak Jauh Untuk Meningkatkan Keterampilan Inquiry Mahasiswa Guru*. FKIP-UT.
- Rahayu, U., Novianti, M., Sudarso, Y. Kismiati, D.A, Zakirman (2022). *Laporan Penelitian Tahun ke-2: Model Tuweb untuk Meningkatkan Keterlibatan Aktif Mahasiswa dalam Pembelajaran*. FKIP.
- Retnowati, S. Rahayu, U., Sarmini. (2023). Pengaruh Penerapan Model Problem Based Learning terhadap Motivasi dan Peningkatan Hasil Belajar Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VI SD Gugus III Sekupang Batam. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, Vol. 7 No. 1. LPPM Universitas Abulyatama
- Rodríguez, G., Pérez, N., Núñez, G., Baños, J. E., & Carrió, M. (2019). Developing creative and research skills through an open and interprofessional inquiry-based learning course. *BMC Medical Education*, 19(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1563-5>

- Saavedra, A. R., & Opfer, V. D. (2012). Teaching and Learning 21st Century Skills::Lessons from The Learning Sciences. *APER A Conference, April*, 1–35.
- Sapriati, A., Sekarwinahyu, M., Rahayu, U., & Anon, S. (2020). Visualization Program of Practical Work Manual for Biology Concepts on Health Education Topics. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, *11*(1), 1834. <https://doi.org/10.37506/v11/i1/2020/ijphrd/194118>
- Sekarwinahyu, M., Sapriati, A., & Rahayu, U. (2022). Reflection Habituation on The Online Tutorial. *JPTJJ*, *23*(2), 33–47.
- Simonson, M., Smaldino, S., & Zvacek, S. (2015). *Teaching and Learning at a Distance Foundations of Distance Education Sixth Edition*.
- St. Pierre, E. A. (2019). Post Qualitative Inquiry in an Ontology of Immanence. *Qualitative Inquiry*, *25*(1), 3–16. <https://doi.org/10.1177/1077800418772634>
- Sural, I. (2018). Augmented Reality Experience: Initial Perceptions of Higher Education Students,. *International Journal of Instruction*, *11*(4), 565–576.
- Taylor, J. (2001). Fifth generation distance education. *Higher Education Division*, *40*(40), 1–8.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). Bernie Trilling, Charles Fadel-21st Century Skills_ Learning for Life in Our Times. In *Journal of Sustainable Development Education and Research* (Vol. 2, Issue 1).
- Unlu, S., & Kiray, S. A. (2022). *Digital Applications in Distance Science Education*. ISRES Publishing.
- Widiasih, W., Zakirman, Z., & Ekawati, R. (2023). Development of Augmented Reality Media to Improve Student Understanding of Optical Eyes System Materials. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *9*(2), 912–919. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i2.2858>

Wuryanto, H & Abduh, M. (2022). Mengkaji Kembali Hasil PISA sebagai Pendekatan Inovasi Pembelajaran untuk Peningkatan Kompetensi Literasi dan Numerasi. Diunduh dari [Mengkaji Kembali Hasil PISA sebagai Pendekatan Inovasi Pembelajaran untuk Peningkatan Kompetensi Literasi dan Numerasi - Direktorat Guru Pendidikan Dasar \(kemdikbud.go.id\)](#)

Zorlu, Y., & Zorlu, F. (2021). Investigation of The Relationship Between Preservice Science Teachers' 21st Century Skills and Science Learning Self-Efficacy Beliefs with Structural Equation Model. *Journal of Turkish Science Education*, 18(1), 1–16. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.49>.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP**I. KETERANGAN PERORANGAN**

1	Nama lengkap	Prof. Dr. Ucu Rahayu, M.Sc
2	N I P	196711101992032002
3	Pangkat dan golongan ruang	Profesor/IVb
4	Tempat Lahir/Tgl. Lahir	Cirebon, 10 November 1967
5	Kegemaran (Hobby)	Mendengarkan Musik

II. PENDIDIKAN**Riwayat Pendidikan**

S-1	:	Pendidikan Biologi, IKIP Bandung. Tahun 1986 sd 1991
S-2	:	Biology, University of Ottawa, Canada. Tahun 1998 sd 2000
S-3	:	Pendidikan IPA, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. Tahun 2013 sd 2017

III. RIWAYAT PEKERJAAN

1. Kaprodi Pendidikan Biologi, Jurusan PMIPA FKIP UT tahun 2001 sd 2005
2. Kajar PMIPA FKIP UT, tahun 2005 sd 2009
3. Wakil Dekan Bidang Akademik FKIP UT, tahun 2009 sd 2013
4. Sekretaris LPPMP, tahun 2018 sd 2019
5. Ka LPPMP, tahun 2019 sd 2021
6. Dekan FKIP UT, tahun 2021 sd sekarang

IV. TANDA JASA/PENGHARGAAN/ PROFESIONAL CERTIFICATE

No.	Nama Penghargaan	Tahun	Nama Negara/Intitusi Yang Memberi
1.	Dosen Berprestasi pertama UT	2005	Universitas Terbuka
2.	Satya Lencana 10 tahun	2010	Pemerintah RI
3.	Satya Lencana 20 tahun	2020	Pemerintah RI
4.	Reviewer BKD	2022	
5.	Reviewer Penelitian Kualitatif Tingkat Nasional	2021	Quantum
6.	Reviewer Penelitian Kuantitatif Tingkat nasional	2021	Quantum

Karya Ilmiah

A. Disertasi:

Manfaat Panduan Belajar yang Diintegrasikan dengan Tutorial Online (PBTO) dalam Meningkatkan Kemandirian Belajar dan Keberhasilan Studi Mahasiswa Pendidikan Jarak Jauh (PJJ)

B. Artikel di Jurnal Ilmiah

Rahayu, U., Widodo, A.2017. *Pengembangan Tutorial Online Yang Mengintegrasikan Panduan Belajar Mandiri Untuk Melatih Self-regulated Learning*. Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan: Vol. 2 No. 2, Hal 201-210. P-ISSN 2460-8300. E-ISSN : 2528-4339; Penerbit Balitbang dan Perbukuan Kemendikbud.

Rahayu, U., Dharmayanti, T. Widodo, A., Redjeki, S.2017. *The development of CERDAS learning strategy guide for science education students of distance education*. Journal of Physics: Conference Series, Volume 812 2017, pp. 8414-8417(4) Penerbit : American Scientific Publishers

Rahayu, U., Widodo, A., Dharmayanti, T. 2017. *The Effect of Self-Regulated Learning Through Online Tutorials Integrating Learning Strategy In Improving The Independen-*

dence and Academic Achievement Of Biology Education Students. UNNES Science Journal: Vol. 6 no. 2. hal 1552-1560.p-ISSN 2252-6617 | e-ISSN 2502-6232 Penerbit UNNES

Rahayu, U & Sapriati, A. 2018. *Open Educational Resources Based Online Tutorial Model for Developing Critical Thinking of Higher Distance Education Students*. Turkish Online Journal of Distance Education, Volume 19 , Issue 4, Pages 163 – 175. Penerbit :Anadolu University

Rahayu, U. Widodo, A. 2018. *Enhancing Students' Self Regulated Learning and Achievement Through Training on Metacognitive and Cognitive Strategy*. Advanced Science Letters, Volume 24, Number 11, pp. 8414-8417(4) Penerbit : American Scientific Publishers,

Sudarso, Y & Rahayu, U. 2018. *The Influence of Motivation and Self-Efficacy to Technology on the Online Tutorial Achievement of Distance Education Students*. Advanced Science Letters, Volume 24, Number 11, pp. 8455-8458(4) Penerbit : American Scientific Publishers.

Sapriati, A. Sekarwinahyu, M., Rahayu, U. 2018. *Visualization Program of Practical Work Manual for Biology Concepts on Health Education Topics*. Indian Journal of Public Health Research & Development. Volume 11, no. 01, Pages 1834-1838. Penerbit Indian Journal of Public Health Research & Development.

Ritonga, M. Darmana, A. Rahayu, U., 2021. *Pendekatan Proses Sains Menggunakan Metode Eksperimen Bebas Termodifikasi dan Eksperimen Terbimbing untuk Peningkatan Hasil Belajar Dan Kreativitas Belajar*. Journal of Education, Humaniora and Social Sciences (JEHSS), Vol. 3, No. 3 hal. 996-1003. ISSN : 2622-3740 (online), Penerbit : Mahesa Research Center.

- Raharja, U., Rumanta, M., Rahayu, U. 2021. *Pengaruh Model Inquiry-Based Learning dan Motivasi Belajar Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas V SD*. Jurnal Elementaria Edukasia, Volume 4 hal. 55-64, No. 1, ISSN: 26550857 (online), Penerbit: Universitas Majalengka
- Pahu, S.S., Darmana, A., Rahayu, U. 2021 *Pengaruh Strategi Contextual Teaching` And Learning dan Motivasi Belajar Terhadap Hasil Belajar Siswa SD*. Journal of Education, Humaniora and Social Sciences (JEHSS), Vol. 4, No. 1 hal. 223 -228. ISSN : 2622-3740 (online), Penerbit : Mahesa Research Center.
- Andriana, P., Kurniawan, D., Rahayu, U. 2021. *Efektivitas Model Pembelajaran Learning Cycle 7E Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Dan Kemampuan Berpikir Analisis*. Jurnal Elementaria Edukasia, Volume 4, No. 2, hal. 171-178, ISSN : 26550857 (online), Penerbit : Universitas Majalengka
- Veranicha, F., Rumanta, M., Rahayu, U. 2021. *The Effect of the Learning Model Contextual Teaching and Learning (CTL) and Interest on the Students' Natural Sciences Learning Outcomes in Class VI Tobaoli District Elementary School*. Jurnal Budapest
- International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities, Vol. 4 No. 2, hal. 12484-12494. e-ISSN: 2615-3076,, Penerbit: Budapest International Research and Critics University – Publisher.
- Kismiati, D.A., Hutasoit, L.R. Rahayu, U. 2022. *Pengenalan BASF Virtual Lab Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Technological Pedagogical Content Knowledge: Sebuah Survei Kepuasan Guru Sekolah Dasar*. Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan. Vol. 4 No. 1 hal. 984-992. Penerbit Fakultas Pendidikan Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai

- Kisimiati, D.A, Rahayu, U., Sudarso, Y., Novianti, M. Zakirman. 2022. *Ghosting Dalam Pembelajaran Online: Sebuah Perspektif Dari Sisi Tutor*. EduMatSains: Jurnal Pendidikan, Matematika dan Sains. Vol. 6 No. 2, hal. 333-342. ISSN 2527-7235, Penerbit Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Kristen Indonesia.
- Diyaulhaq,F., Sulandra, IM, Rahayu, U. 2022. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Tematik Subtema Tumbuhan Sahabatku Dengan Pendekatan Sainifik Untuk Siswa Kelas VI SD* .BioEdUIN: Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi. Vol. 12 No. 1 hal. 58-64. ISSN 2615-0417, Penerbit Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Sunan Gunung Djati Bandung,
- Rahayu, U., Anam, RS, Sekarwinahyu, M., Sapriati, A. 2022. *The Inquiry Skills of Teachers in Elementary School*. Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar, Vol 6 No. 2, Mei 2022; P-ISSN: 2579-3276 E-ISSN: 2549-6174; Universitas Pendidikan Ganesha
- Suanah, S., Suroyo,S., Rahayu, U. 2022. *Pengaruh strategi penemuan terbimbing dan kemandirian belajar terhadap hasil belajar IPA siswa SD kelas v*. Renjana Pendidikan Dasar, Vol. 2 No.4. Universitas Mataram.
- Sekarwinahyu, M, Sapriati, A., Rahayu, U. 2022. *Reflection Habitation on the Online Tutorial* Jurnal Pendidikan Terbuka Dan Jarak Jauh, Vol. 23, No. 2 hal. 33-47. P-ISSN : 1411-304X E ISSN: 24242-2266 , Penerbit : Universitas Terbuka.
- Retnowati, S. Rahayu, U., Sarmini. 2023. *Pengaruh Penerapan Model Problem Based Learning terhadap Motivasi dan Peningkatan Hasil Belajar Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VI SD Gugus III Sekupang Batam*. Jurnal Dedikasi Pendidikan, Vol. 7 No. 1. Universitas Abulyatama

Herlina, A., Nirmala, S.D., Rahayu, U. 2023. *Creative thinking and collaborative ability of elementary students with the implementation of the stem integrated project-based learning model*. EduHumaniora| Jurnal Pendidikan Dasar Kampus Cibiru 15 (1), 37-47

Rumanta M, Aji SS, Kunda RM, Selano FM, Rahayu U. 2023. *Study of Biomass in Two Mangrove Ecosystems*. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA 9 (5), 3992-3999

Sekarwinahyu, A Sapriati, U Rahayu. 2023. *Development of a Reflective Learning Program in Online Tutorials for the Biology Education Department*. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA 9 (5), 4000-4007

F Jaya, S Aisyah, U Rahayu, M Magta, S Nurhayati. 2023. *Analisis Layanan Website Pembelajaran dan Implikasinya pada Pendidikan Tinggi Terbuka Jarak Jauh Edukatif*: Jurnal Ilmu Pendidikan 5 (2), 716-727

Siagian, CU., Napitupulu, E., Rahayu. U. 2023. *Pengaruh model pembelajaran kooperatif tipe group investigation menggunakan mind map dan minat belajar terhadap hasil belajar IPA SD* Jurnal Teknologi Pendidikan (JTP) 16 (1), 26-31

Lubis, E., Napitupulu, E., Rahayu, U. 2023. *Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap keterampilan proses sains dan kemampuan kognitif siswa pada pelajaran IPA kelas V SD* Jurnal Teknologi Pendidikan (JTP) 16 (1), 9-15

C. Buku

1. Buku: Ideas for 21st Century Education. Judul Chapter “*The enhancement of self-regulated learning and achievement of open distance learning students through online tutorials*” (Pengarang Ucu Rahayu, Ari Widodo, dan Sri Redjeki, 2017). Penerbit. Routledge, E-ISBN 9781315166575, Hal-283-286.

2. Buku : Pembelajaran di Era Digital. Judul Chapter “*Pengembangan Keterampilan Berpikir Kritis dalam Sains melalui Pembelajaran Digital*”. (Pengarang Amalia Sapriati, Ucu Rahayu) (2019). Halaman 47-63. Tim FKIP-UT (Ketua :Udin S. Winataputra). Penerbit Universitas Terbuka. ISBN 978-602-392-742-5. e-ISBN 978-602-392-743-2

D. Seminar

1. Rahayu, U & Widodo, A. 2015. Prosiding International Seminar on Mathematics, Science, and Computer Science Education. ISBN 987-602-95549-2-2. *The Profile of Biology Education Students, Universitas Terbuka, on Self Regulated Learning*”.
2. Rahayu, U., Hutasoit, L>R., Rumanta, M. 2018. Prosiding AAOU 2018 in Vietnam. ISBN 978-604-95-0635-2. *The Roles of What-sapp Group In Counselling Academic Process: Best Practices at Universitas Terbuka*
3. Rahayu, U., Winata, A. Nursanto, T., Sudarso, Y . 2019. 28 th ICDE World Conference on Online Learning in Dublin, Ireland. *The Pattern of Learning Material Purchases through Online Book Store by Non Semester Package System Students at Universitas Terbuka*.
4. Rahayu, U & Sapriati, A. 2020. Prosiding Emerging Perspectives and Trends in Innovative Technology for Quality. ISBN 9780429289989 . *Self-Regulated Learning (SRL): the Benefits of Learning SRL Techniques Through Training Modules*
5. Sapriati, A, Suroyo & Rahayu, U. 2020. Prosiding. Emerging Perspectives and Trends in Innovative Technology for Quality. ISBN 9780429289989. *Practical Work Assesment at Biology Education Program In Distance Education*. In Emerging Perspectives and Trends in Innovative Technology for Quality Education 4.0
6. Sukaesih, E. Sumantri, M.S., Rahayu, U. 2020. Prosiding TING XII. ISSN2528-1593 Penerbit Universitas Terbuka. Hal. 445-456. *Pengaruh Strategi Pembelajaran Discovery Learning Disertai Diskusi Dan Self Efficacy Terhadap Hasil Belajar IPA*.
7. Novitasari, E. Sumantri, M.S., Rahayu, U. 2020. Prosiding TING XII. ISSN2528-1593 Penerbit Universitas Terbuka. *Pengaruh Strategi Pembelajaran Kooperatif Think Pair Share (Plus Dis-*

- scusion Dan Plus Lecture) Dan Kemandirian Terhadap Hasil Belajar IPA. Hal. 457-463*
8. Rahayu, U., Wahyunningsih, T., Sapriati, A. 2022. Prosiding International Conference n Multidiclipnary Academic Studies (ICOMUS). *Portrait Of Online Learning On Natural Resource And Environmental Conservation Course*
 9. Rahayu, U. Zakirman, Novianti, M. Kismiati, D., Sudarso, Y. 2022. Prosiding International Conference on Innovation in Open and Distance Learning (INNODEL). *The Development Of Self Regulated Learning Instruments In Tuweb Learning At Universitas Terbuka*”
 10. Sudarso, Y & Rahayu, U. The 35th AAOU Annual Conference, 2022 in Jeju, South Korea. *Student Self Regulated Learning Of UT Kupang Students During The Enactment Of New Policies At The Covid-19 Pandemic*
 11. Sekarwinahyu, M., Sapriati, A., Rahayu, U. 2022. International Conference on Multidisciplinary Academic Studies . *Developing Instrument of Reflective Thinking Skills*”
 12. Rahayu, U., Zakirman, Kismiati, D. Novianti, M. Sudarso, U. 2021. Universitas Riau International Conference on Education Technology (URICET-2021). *Development of Student Engagement Evaluation Instruments on Tuweb Learning at Universitas Terbuka.*



UNIVERSITAS TERBUKA

UNIVERSITAS TERBUKA

Jalan Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang,
Tangerang Selatan - 15437, Banten - Indonesia
Telp. 021-7490941, Faks. 021-7490147
Website. www.ut.ac.id