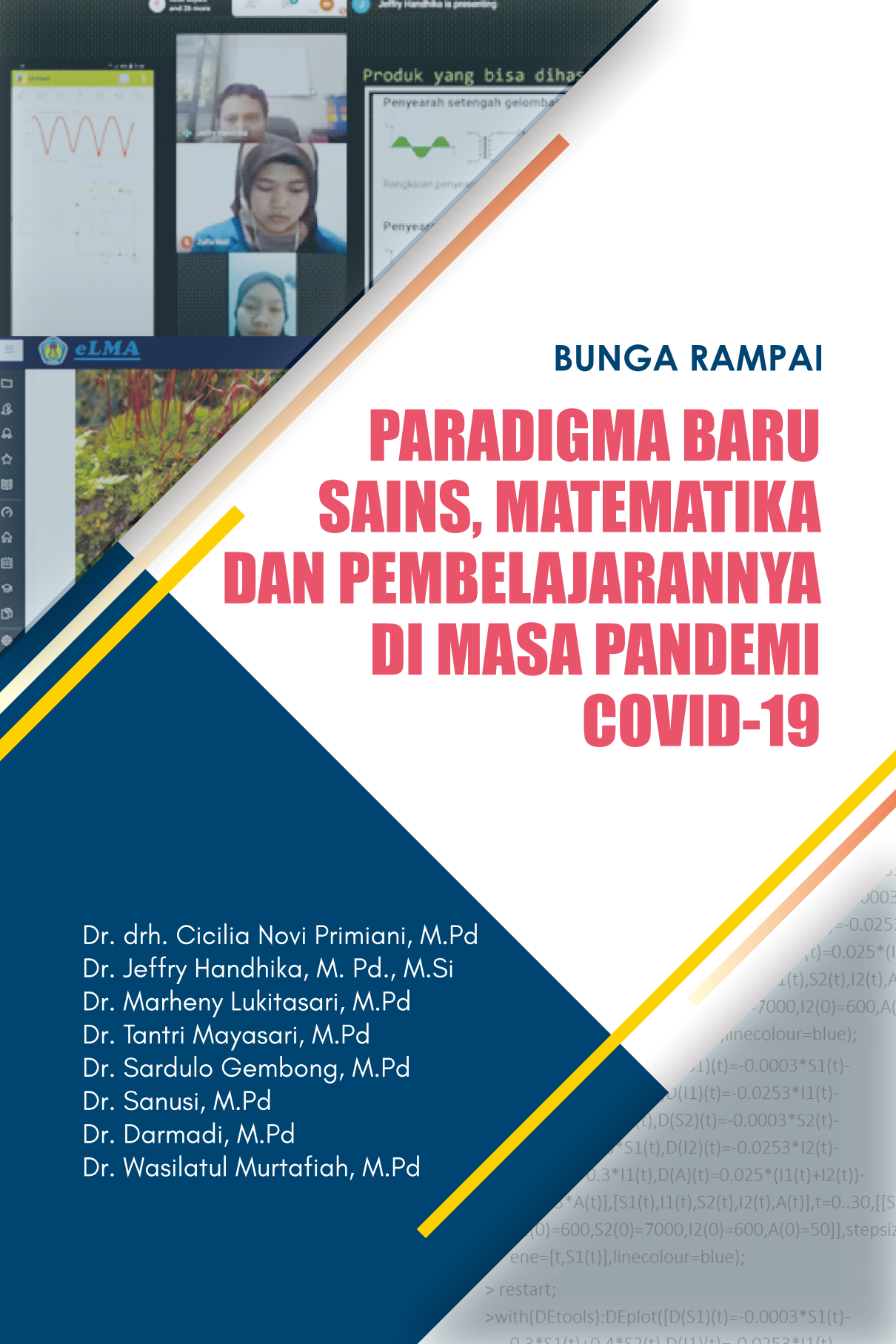




BUNGA RAMPAI

PARADIGMA BARU SAINS, MATEMATIKA DAN PEMBELAJARANNYA DI MASA PANDEMI COVID-19

Dr. drh. Cicilia Novi Primiani, M.Pd

Dr. Jeffry Handhika, M. Pd., M.Si

Dr. Marheny Lukitasari, M.Pd

Dr. Tantri Mayasari, M.Pd

Dr. Sardulo Gembong, M.Pd

Dr. Sanusi, M.Pd

Dr. Darmadi, M.Pd

Dr. Wasilatul Murtafiah, M.Pd

```
0003
=-0.025
(t)=0.025*(I
(t),S2(t),I2(t),A
-7000,I2(0)=600,A(
,lincolour=blue);
S1(t)=-0.0003*S1(t)-
D(I1(t))=-0.0253*I1(t)-
(t),D(S2(t))=-0.0003*S2(t)-
*S1(t),D(I2(t))=-0.0253*I2(t)-
0.3*I1(t),D(A(t))=0.025*(I1(t)+I2(t))-
S*A(t)],S1(t),I1(t),S2(t),I2(t),A(t)],t=0..30,[[S
(0)=600,S2(0)=7000,I2(0)=600,A(0)=50]],stepsiz
ene=[t,S1(t)],lincolour=blue);
> restart;
> with(DEtools):DEplot([D(S1(t))=-0.0003*S1(t)-
0.3*S1(t)+0.4*S2(t),D(I1(t))=-0.0253*I1(t)-
```

BUNGA RAMPAI PARADIGMA BARU SAINS, MATEMATIKA DAN PEMBELAJARANNYA DI MASA PANDEMI COVID-19

Dr. drh. Cicilia Novi Primiani, M.Pd
Dr. Jeffry Handhika, M. Pd., M.Si
Dr. Marheny Lukitasari, M.Pd
Dr. Tantri Mayasari, M.Pd
Dr. Sardulo Gembong, M.Pd
Dr. Sanusi, M.Pd
Dr. Darmadi, M.Pd
Dr. Wasilatul Murtafiah, M.Pd



CV. AE MEDIA GRAFIKA

BUNGA RAMPAI
PARADIGMA BARU SAINS, MATEMATIKA DAN
PEMBELAJARANNYA DI MASA PANDEMI COVID-1

ISBN: 978-602-6637-78-9

Cetakan ke-1, Januari 2021

Penulis

Dr. drh. Cicilia Novi Primiani, M.Pd
Dr. Jeffry Handhika, M. Pd., M.Si
Dr. Marheny Lukitasari, M.Pd
Dr. Tantri Mayasari, M.Pd
Dr. Sardulo Gembong, M.Pd
Dr. Sanusi, M.Pd
Dr. Darmadi, M.Pd
Dr. Wasilatul Murtafiah, M.Pd

Penerbit

CV. AE MEDIA GRAFIKA
Jl. Raya Solo Maospati, Magetan, Jawa Timur 63392
Telp. 082336759777
email: aemediagrafika@gmail.com
website: www.aemediagrafika.com

Anggota IKAPI Nomor: 208/JTI/2018

Hak cipta @ 2021 pada penulis
Hak Penerbitan pada CV. AE MEDIA GRAFIKA

*Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit*

KATA PENGANTAR

Teriring salam dan doa semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Buku ini berisi tentang kumpulan tulisan ilmiah sains, matematika, dan pembelajarannya di masa pandemi COVID-19 (*Corona Virus Diseases-19*). Tulisan dalam buku ini disusun menjadi 8 bagian (1) Sinergisme Senyawa Alam Dalam Sistem Biologis: Pendekatan Kearifan Lokal Pada Masa Pandemi COVID-19, (2) Labaoratorium Virtual: Alternatif Pembelajaran Praktikum Fisika Di Masa Pandemi COVID-19, (3) Deskripsi Kemampuan Argumentasi Digital dalam Pembelajaran Daring pada Mahasiswa Biologi di Masa Pandemi COVID-19, (4) Pembelajaran Berbasis Proyek STEM, (5) Membelajarkan Matematika pada Anak di Era Pandemi Covid-19, (6) Pendidikan MATEMATIKA Melalui Penalaran Relasional pada Masa Pandemi Covid-19, (7) Belajar Matematika Kontekstual Melalui Pemodelan Matematika Covid-19 dan Visualisasinya, dan (8) *Decision Making* Guru dalam Menggunakan *Platform* untuk Pembelajaran Matematika pada Masa Pandemi COVID-19.

Bagian 1 memberikan informasi tentang berbagai senyawa bahan alam yang mampu memberikan efek biologis baik di dalam tubuh. Bahan alam mengandung berbagai senyawa aktif yang masing-masing berperan terhadap sistem tubuh. Kompleksitas senyawa bahan alam mempunyai potensi baik, sehingga dapat dimanfaatkan dalam bidang kesehatan. Salah satu kompleksitas senyawa bahan alam adalah *isoflavan/flavonoid* yang mempunyai kemampuan sebagai imunomodulator. Potensi penggunaan bahan alam dapat digunakan sebagai penunjang untuk mengingatkan daya tahan tubuh guna meningkatkan kekebalan tubuh terhadap virus.

Bagian 2 memberikan informasi tentang penggunaan laboratorium visual sebagai alternatif pembelajaran praktikum fisika di masa pandemi COVID-19. Pendidik (guru dan dosen) mengalami permasalahan terkait pembelajaran yang dilakukan melalui kegiatan praktikum. Pada bagian ini dideskripsikan berbagai alternatif media laboratorium virtual yang digunakan. Integrasi penggunaan laboratorium virtual dengan berbagai platform juga disajikan. Keuntungan penggunaan laboratorium virtual juga disajikan, diantaranya (1) Penggunaan LV dapat meningkatkan literasi digital dengan manajemen pelaksanaan pembelajaran dengan baik, (2) Berpotensi mengembangkan kreativitas dan rasa percaya diri peserta didik dengan melakukan presentasi hasil kegiatan pembelajar secara daring. Keterkaitan dengan merdeka belajar, peserta didik juga dapat melakukan kegiatan pengabdian masyarakat dengan mempresentasikan penggunaan laboratorium virtual melalui *channel youtube*.

Bagian 3 menyajikan hasil penelitian terkait digital argumentasi (DA) dan proses pelaksanaan pembelajaran daring di UNIPMA selama masa Pandemi COVID-19. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa merasakan tingkat kesulitan berbeda selama menyampaikan DA. Pelaksanaan pembelajaran daring dilakukan dengan menggunakan media yang beragam, namun fokus tetap ditekankan pada penggunaan *Learning Management System* (LMS) UNIPMA. Sebagian besar mahasiswa sudah mampu menyampaikan argumentasi dalam forum chatting, namun mengalami kesulitan saat menunjukkan bukti penguat argumen awal yang disampaikan. Kesulitan berikutnya adalah saat mereka perlu menyampaikan argumen sanggahan untuk memperkaya pemahaman terkait materi yang dibahas.

Bagian 4 membahas tentang pelaksanaan pembelajaran di rumah melalui *Science, Technology, Engineering and Math* (STEM). Selain laboratorium virtual, STEM di rumah juga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pembelajaran IPA selama masa pandemi COVID-19. Pembelajaran STEM mengintegrasikan

keempat bidang ilmu sains, teknologi, engineering, dan matematika dalam satu pengalaman belajar peserta didik. Informasi tentang karakteristik pembelajaran berbasis proyek STEM antara lain, berbasis masalah, berpusat pada peserta didik, integrasi empat bidang ilmu STEM, mandiri, serta bahan ajar dan sumber belajar dari lingkungan.

Bagian 5 mendeskripsikan Pembelajaran Matematika pada Anak di Era Pandemi Covid-19. Membelajarkan matematika pada anak di era kondisi pandemi Covid-19 merupakan hal yang sangat sulit. Hasil survei menunjukkan bahwa pembelajaran daring pada anak belum menunjukkan hal yang positif. Membelajarkan matematika pada anak di era pandemi Covid 19 dapat dilakukan secara daring, namun harus didesain agar pembelajaran yang dilakukan dapat bermakna bagi anak. Untuk pembelajaran matematika, anak dapat diberikan tugas belajar yang mengacu pada mekanisme tahapan pembentukan skema pengetahuan. Desain pembelajaran yang berorientasi untuk belajar mandiri di rumah, sebaiknya didesain secara kontekstual dan bertahap sesuai dengan tahapan mekanisme pembentukan skema pengetahuan *Action, Process, Output, Schema* (APOS).

Bagian 6 mendeskripsikan Pembelajaran Matematika Melalui Penalaran Relasional pada Masa Pandemi Covid-19. Pendidikan merupakan hal yang terpenting dalam kehidupan setiap manusia. Tiga macam pendidikan yang saling terkait satu dengan yang lain dan tidak dapat terpisahkan diantaranya: Pendidikan informal, Pendidikan formal dan Pendidikan non formal. Kementerian Pendidikan di Indonesia, dengan adanya wabah penyakit yang disebabkan oleh virus corona atau Covid-19 mengeluarkan kebijakan untuk meliburkan sekolah dan mengganti proses Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) dengan menggunakan sistem dalam jaringan (daring). Sarana yang digunakan sebagai media pembelajaran *online* antara lain: *e-learning*, aplikasi *zoom*, *google classroom*, *youtube*, maupun media sosial *whatsapp*. Guru dalam pembelajaran daring dapat

terlaksana dengan optimal sangat dipengaruhi oleh beragam variabel seperti umur, akses terhadap komputer dan internet, kesenjangan digital serta partisipasi orangtua mendampingi anak. Kreativitas guru dalam mendesain pembelajaran bagi siswa juga memegang peranan penting. Untuk memastikan pembelajaran menjadi menyenangkan, penuh makna, membangkitkan kreativitas, daya kritis, dan mampu membuat siswa mandiri. Kegiatan pembelajaran tetap mengacu pada kurikulum 2013 yang disempurnakan 2019, menggunakan 5 M (Mengamati, Menanya, Menggumpulkan informasi, Menalar dan Mengomunikasikan) dengan menerapkan berbagai inovasi model pembelajaran yang ada. Perguruan tinggi kurikulum mengacu pada Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI). Mata pelajaran matematika pada umumnya materinya terkait dengan konsep matematika, permasalahan dan bagaimana cara penyelesaian masalah tersebut. Pada penyelesaian masalah matematika diperlukan berpikir, bernalar dan lebih khusus bernalar Relasional. Alternatif penyelesaian masalah, dapat menggunakan langkah-langkah Polya melalui empat tahapan antara lain: memahami masalah, merencanakan penyelesaian masalah, melaksanakan rencana penyelesaian masalah dan memeriksa kembali hasil penyelesaian masalah.

Bagian 7 memberikan informasi tentang Belajar Matematika Kontekstual Melalui Pemodelan Matematika Covid-19 dan Visualisasinya. Penulisan artikel ini dilatarbelakangi pandemic Covid-19. Data perkembangan Covid-19 tersedia di tingkat kabupaten, kota, propinsi, sampai dunia tiap harinya. Data perkembangan Covid-19 dapat digunakan sebagai bahan untuk belajar matematika secara kontekstual. Makalah ini membahas belajar matematika kontekstual, perkembangan Covid-19, simbolisasi, pemodelan, pemrograman, dan visualisasi. Selain belajar pemodelan matematika, banyak pelajaran yang dapat diserap oleh mahasiswa, seperti: lebih bijak dalam menyikapi penyebaran Covid-19 dan memahami perlunya belajar materi-materi matematika yang lain. Pemodelan

matematika dan visualisasi perkembangan Covid-19 dapat digunakan untuk belajar matematika secara kontekstual. Melalui pemodelan dan visualisasi perkembangan Covid-19, mahasiswa dapat teredukasi tentang bahaya Covid-19. Pemodelan ini dapat menumbuhkan kesadaran mahasiswa untuk mematuhi protokol kesehatan. Selain itu, pemodelan matematika dan visualisasi perkembangan Covid-19 dapat menimbulkan beberapa pertanyaan kritis yang memotivasi mahasiswa untuk belajar matematika.

Bagian 8 membahas tentang *Decision Making* Guru dalam Menggunakan *Platform* untuk Pembelajaran Matematika pada Masa Pandemi Covid-19. Artikel hasil penelitian ini menarik karena decision making (pengambilan keputusan) merupakan jantung pembelajaran. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif. Subjek penelitian merupakan guru matematika di beberapa pulau di Indonesia (Jawa, Madura, Kalimantan dan Irian Jaya). Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara terstruktur melalui kuisioner survei. Analisis data dilakukan melalui reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan dengan bantuan program InVivo 12. Hasil penelitian menunjukkan bahwa guru matematika melakukan pengambilan keputusan tentang penggunaan platform untuk pembelajaran melalui tahapan: (1) Membangun ide penggunaan platform untuk pembelajaran matematika yang didominasi oleh *platform whatsapp, google classroom* dan *youtube*, (2) Mengklarifikasi ide tentang penggunaan platform untuk pembelajaran matematika dengan memberikan alasan-alasan terkait kemudahan penggunaan platform serta membandingkan satu platform dengan platform lainnya, dan (3) Menilai kewajaran ide dengan mendasarkannya pada alasan kemudahan penggunaan platform dan tujuan pembelajaran sehingga diperoleh keputusan bahwa 3 *platform* yang paling efektif adalah *whatsapp, google classroom*, dan *zoom*.

Konten dalam buku ini mencerminkan hasil pemikiran dan penelitian tentang sains, matematika dan pembelajarannya di masa pandemi Covid-19. Permasalahan penelitian di bidang sains seperti analisis kajian senyawa alam dalam meningkatkan imun tubuh, komputasi perhitungan penyebaran penularan Covid-19, di bidang pendidikan sains dan matematika seperti: penggunaan laboratorium virtual, STEM, digital argumentasi dan informasi awal terkait cara pengambilan keputusan guru dalam menggunakan platform digital disajikan secara rinci. Setiap bagian dalam Bunga Rampai ini dapat dimanfaatkan sebagai informasi dan referensi bagi praktisi sains maupun pendidik sains dalam kegiatan pengembangan produk, penelitian, maupun penyelesaian masalah pembelajarannya di masa pandemi Covid-19.

Madiun, 30 Juli 2020
Editor

DAFTAR ISI

- Bagian 1 Sinergisme Senyawa Alam dalam Sistem Biologis: Pendekatan Kearifan Lokal pada Masa Pandemi Covid-19 __ 1
- Bagian 2 Laboratorium Virtual: Alternatif Pembelajaran Praktikum Fisika di Masa Pandemi Covid-19__ 21
- Bagian 3 Deskripsi Kemampuan Argumentasi Digital dalam Pembelajaran Daring pada Mahasiswa Biologi di Masa Pandemi Covid-19__ 39
- Bagian 4 Pembelajaran Berbasis Proyek STEM__ 49
- Bagian 5 Membelajarkan Matematika pada Anak di Era Pandemi Covid-19__ 65
- Bagian 6 Pendidikan Matematika Melalui Penalaran Relasional pada Masa Pandemi Covid-19__73
- Bagian 7 Belajar Matematika Kontekstual Melalui Pemodelan Matematika Covid-19 dan Visualisasinya__ 91
- Bagian 8 *Decision Making* Guru dalam Menggunakan Platform untuk Pembelajaran Matematika Pada Masa Pandemi Covid-19__ 109

Bagian 1

Sinergisme Senyawa Alam dalam Sistem Biologis: Pendekatan Kearifan Lokal pada Masa Pandemi Covid-19

Dr. drh. Cicilia Novi Primiani, M.Pd

Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas PGRI Madiun

Email: primiani@unipma.ac.id

Abstrak

Keragaman hayati di Indonesia sudah banyak dimanfaatkan sejak dulu dalam bidang kesehatan. Studi etnobotani sampai saat ini banyak dilakukan sebagai bentuk apresiasi terhadap potensi bahan alam. Berbagai senyawa bahan alam mampu memberikan efek biologis baik di dalam tubuh. Adanya interaksi berbagai senyawa dan komponen biologis tubuh seperti dalam sel dan jaringan dapat memberikan keseimbangan dan keteraturan. Kajian konseptual disajikan berdasarkan hasil penelitian dari berbagai sumber, serta dilakukan analisis. Bunga kecombrang, umbi bengkuang, daun kelor, mempunyai senyawa flavonoid, merupakan senyawa imunomodulator. Flavonoid dalam sistem tubuh memasuki jalur metabolik (*metabolic pathway*) menjadi senyawa lebih poten. Flavonoid meningkatkan proliferasi limfokin sehingga merangsang sel-sel fagosit untuk melakukan fagositosis. Kompleksitas bahan alam dalam sistem tubuh mengalami dinamika sehingga mempunyai potensi yang dapat dikembangkan dalam bidang kesehatan.

Kata kunci: kompleksitas senyawa, bahan alam, sinergis, sistem tubuh

Pendahuluan

Alam semesta merupakan sebuah organisasi dengan setiap bagiannya mempunyai hubungan timbal balik dan bersinergi (Schink, 2002; Corning, 2010; Chadwick, 2010). Adanya harmonisasi antara manusia dengan alam semesta merupakan satu kesatuan yang saling berinteraksi. Interaksi baik antara manusia dengan lingkungan mempunyai filosofi yang menyatakan bahwa lingkungan memiliki makna spiritual dan berkaitan dengan Sang Pencipta Alam. Alam sengaja diadakan untuk keperluan manusia, sehingga ada tumbuhan, hewan, serta jagat raya yang berguna untuk kehidupan manusia.

Alam semesta raya termasuk keanekaragaman hayati di kepulauan Nusantara merupakan karya ciptaan Tuhan yang tersusun dengan baik. Komponen alam semesta merupakan seluruh ciptaan yang mengisi jagat raya yang dibentuk dan ditata dengan baik yang saling berkaitan antara ciptaan satu dengan yang lainnya. Masing-masing bagian dapat melakukan pengaturan dan pengendalian diri secara harmoni dan saling bersinergi serta terkoordinasi dengan baik.

Koordinasi baik juga terjadi pada makhluk hidup, yaitu pada sel dan jaringan. Sel dan jaringan secara filosofis melakukan aktivitasnya sesuai dengan porsinya, sehingga proses-proses hidup dalam tubuh dapat terjadi secara ritmis. Berdasarkan mekanisme keteraturan dan kesinergian masing-masing komponen, maka seluruh komponen sel dan jaringan mampu berjalan mengatur diri untuk saling berinteraksi satu dengan yang lain.

Sejarah nenek moyang bangsa telah mengajarkan nilai-nilai budaya baik dengan memanfaatkan bahan alam sebagai bahan untuk kesehatan. Berbagai macam tumbuhan dan hewan digunakan sebagai obat. Penggunaan bahan alam untuk pengobatan telah dilakukan secara turun temurun. Kajian etnobotani telah banyak dibahas bahwa adanya hubungan antara manusia dengan tumbuhan dalam penggunaan bahan alam sebagai obat (Marinda *et al.*, 2014; Royyani & Efendy, 2015; Nasution, Masitah & Riyanto, 2016; Abdi *et al.*, 2018; Royyani *et al.*, 2018;

Nurchayati & Ardiyansyah, 2018; Rahimah, Hasanuddin, & Djufri, 2019). Kajian etnobotani merupakan kearifan lokal yang tersebar di seluruh Kepulauan Nusantara, merupakan khasanah kekayaan pengobatan alam.

Berdasarkan hasil kajian etnobotani, masyarakat atau suku-suku tertentu di seluruh kepulauan Nusantara, memanfaatkan berbagai tumbuhan maupun hewan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Pemenuhan kebutuhan hidup tersebut tidak hanya untuk keperluan pangan saja tetapi juga untuk keperluan kesehatan, kebugaran, ekonomi, dan juga untuk keperluan upacara-upacara tradisi budaya. Masyarakat meyakini bahwa alam telah menyediakan segala sesuatunya yang baik untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Tradisi penggunaan bahan alam dalam kehidupan sehari-hari telah dilakukan sejak jaman dahulu. Masyarakat melakukannya berdasarkan tradisi yang dilakukan secara turun temurun.

Pemanfaatan bahan alam dalam bidang kesehatan sejak semula dilakukan dengan arah dan pendekatan secara holistik. Berdasarkan tradisi yang dilakukan oleh masyarakat, penggunaan bahan alam dengan pola sangat sederhana. Seluruh bagian dari tumbuhan atau hewan digunakan. Misalnya penggunaan seluruh bagian daun dengan cara penggunaan yang sederhana, tidak ada proses-proses menggunakan teknologi modern. Berbagai macam teknik penggunaan misalnya remasan, seduhan, parutan, dan lain sebagainya. Penggunaan bahan alam merupakan penggunaan secara sederhana, dengan tujuan keseluruhan bahan dimanfaatkan.

Pemanfaatan bahan alam sebagai obat sampai saat ini masih dilakukan, tetapi mengalami perubahan dan pola pendekatan. Teknologi modern memanfaatkan berbagai macam cara dengan teknik pengolahan modern. Teknik pemurnian, ekstraksi isolasi dan masih banyak teknik lain merupakan cara atau pola pendekatan reduksionistik. Pendekatan reduksionistik inilah yang menekankan pada salah satu komponen senyawa tunggal saja atau salah satu senyawa yang dianggap memiliki

aktivitas. Pengemasan dan sajian secara tradisional seringkali menjadi hal yang tidak diminati lagi pada saat ini. Berbagai pendapat menyatakan bahwa bahan alam yang dimanfaatkan dalam bidang kesehatan diperlukan pengembangan yang lebih bernilai saintifik dan ilmiah. Masyarakat berpendapat bahwa penggunaan bahan alam secara sederhana merupakan penggunaan yang tidak ilmiah, sehingga tidak dapat diterima oleh masyarakat saat ini.

Teknik isolasi komponen senyawa aktif dan memformulasikannya sesuai standar ilmiah yang telah ditetapkan merupakan pendekatan yang saat ini dikembangkan. Berdasarkan hal tersebut, maka penggunaan bahan alam seringkali ditekankan kepada nilai-nilai yang harus di-ilmiahkan. Senyawa-senyawa aktif yang telah diisolasi dilakukan identifikasi dan dianalisis mekanisme serta potensinya di dalam aktivitas biologis dalam tubuh. Hasil yang dikembangkan saat ini merupakan pendekatan secara parsial. Senyawa kompleks bahan alam tidak dicermati secara menyeluruh sebagai satu kesatuan senyawa kompleks dalam sistem biologis.

Senyawa kompleks dalam sistem tubuh mampu mengalami proses dinamika secara aktif, sehingga memberikan aktivitas biologis di dalam tubuh yang beragam. Satu tumbuhan obat yang dikonsumsi, dapat memberikan manifestasi beragam dalam tubuh. Rimpang jahe (*Zingiber officinale*) dapat memberikan efek sebagai obat batuk, demam, radang, ati bakteri, anti kanker, asma, anti inflamasi dan imunomodulator, anti oksidan (Sebiomo *et al.*, 2011; Kumar & Sharma, 2014; Tohma *et al.*, 2017; Singh *et al.*, 2015; Shahrajabian *et al.*, 2019). Daun lidah buaya (*Aloe vera*) memberikan efek biologi beragam yaitu ati jamur, anti tumor, antibakteri (Rosca-Casian *et al.*, 2007; Tomasin, *et al.*, 2011; Tipayawat, *et al.*, 2016).

Aktivitas senyawa aktif kimia dalam sistem tubuh tidak bekerja secara secara mandiri, tetapi bersama-sama dengan senyawa kimia lain dan berbagai perangkat tubuh seperti enzim, hormon serta komponen lain. Proses interaksi antara senyawa

kimia dengan enzim maupun hormon atau komponen lain dalam tubuh terjadi secara sinergis dan harmonis, sehingga memberikan efek baik bagi tubuh. Aktivitas senyawa kimia bahan alam dalam sistem tubuh seringkali memberikan sifat sinergis dan antagonis (Gilbert & Alves, 2003; Zhou *et al.*, 2016). Oleh karena itu, analisis terhadap suatu bahan alam sebagai obat perlu dilakukan dengan pendekatan holistik, kajian menyeluruh. Kajian potensi bahan kimia alam tidak dapat dikatakan bahwa efek baik pada sistem tubuh karena disebabkan salah satu senyawa saja. Efek sinergis baik merupakan kesatuan kompleks antara senyawa kimia dalam sistem tubuh.

Pembahasan

Bahan alam baik tumbuhan maupun hewan sebagai obat merupakan harmonisasi antara manusia dengan alam itu sendiri. Berbagai senyawa kompleks yang merupakan komponen bahan alam berada dalam tatanan mekanisme kerja saling bersinergi di dalam sistem tubuh manusia. Kompleksitas senyawa kimia yang terdapat dalam bahan alam berperan penting sehingga bahan alam dapat memberikan potensi efektif. Tumbuhan obat mempunyai kompleksitas senyawa yang mempunyai karakteristik dan potensi dalam sistem tubuh (Yadav & Agarwala, 2011; Efferth & Koch, 2011). Kompleksitas senyawa dari bahan alam di dalam sistem tubuh bekerja saling berinteraksi sehingga memberikan efek fisiologis efektif (Williamson, 2001; Van Wyk & Wink, 2018).

Penggunaan bahan alam dalam bidang kesehatan oleh nenek moyang dilakukan dengan sederhana, yaitu menggunakan keseluruhan bahan dengan teknik seduhan, rebusan, parutan, tumbukan, dan perasan. Nenek moyang menggunakan teknik *crude material* sehingga seluruh senyawa kompleks dapat dikonsumsi dan mempunyai manfaat bagi tubuh. Proses penggunaan bahan alam dilakukan menggunakan ukuran atau takaran secara sederhana dan mudah dilakukan.

Material atau komponen senyawa kimia di alam akan membentuk substansi yang menyusun menjadi elemen/unsur yang merupakan dasar makhluk hidup. Misalnya elemen dasar komponen makhluk hidup terdiri dari unsur-unsur sederhana yaitu C, H, O, N. Unit elemen/unsur akan saling berinteraksi dengan komponen lain sehingga membentuk senyawa kompleks, yang selanjutnya akan membentuk komponen makhluk hidup. Setiap elemen mempunyai karakteristik satu dengan yang lain, dan interaksinya akan membentuk senyawa kompleks dengan karakter yang berbeda dengan elemen dasar.

Proses-proses kimia di dalam sistem tubuh makhluk hidup diatur oleh fungsi sel yang merupakan satuan terkecil dalam makhluk hidup, memiliki sifat berhubungan dengan proses hidup. Berdasarkan konsep bahwa semua proses kimia kehidupan diatur oleh fungsi sel tubuh, maka keberadaan dan sifat elemen/unsur sangat tergantung pada sistem kehidupan yang sangat kompleks. Proses kimiawi di dalam sistem tubuh terjadi secara teratur. Semua proses diatur dalam sebuah tatanan yang sinergis, dan saling memberikan tatanan seimbang. Semua bahan kimia yang masuk sistem tubuh dalam bentuk kompleksitas senyawa dari berbagai bahan makananan, udara, serta polutan akan diatur dan dikendalikan. Bahan alam mengandung kompleksitas senyawa yang saling bersinergi satu dengan yang lain, sehingga memberikan manfaat bagi sistem tubuh. Tabel 1 merupakan berbagai bahan alam dengan kompleksitas komponen senyawa kimia, dapat memberikan efek biologis yang sama dalam tubuh.

Tabel 1.1. Bioaktif kompleksitas senyawa, pengujian dan aktivitas biologis

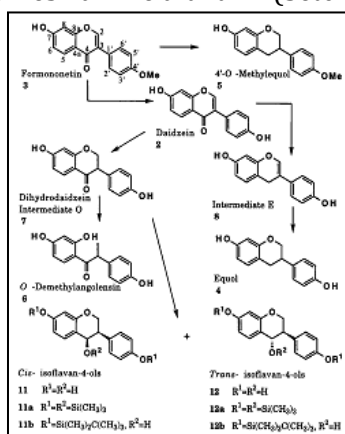
No	Bahan alam	Kompleksitas senyawa bahan alam	Potensi dan aktivitas biologis	Metode	Referensi
1	Jahe (<i>Zingiber officinale</i>)	gingerols, shogaols, and paradols. 6-gingerol, 8-gingerol, and 10-gingerol, quercetin, zingerone, gingerenone-A, and 6-dehydrogingerdione, β -bisabolene, α -curcumene, zingiberene, α -farnesene, and β -sesquiphellandrene, 4-allylphenyl acetate, α -farnesene, (2,6-dimethylphenyl) borate and α -pinene; and for <i>Z. officinale</i> were cineole, 2,2-dimethyl-3-methylenenorbornane, α -curcumenene, β -sesquiphellandrene and rosefuran epoxide. Alpha-pinene, 2,2-dimethyl-3-methylenenorbornane, β -pinene, β -mircene, cineole, β -citral, α -citral, bornyl acetate, α -curcumene, α -zingiberene, β -sesquiphellandrene, and hexadecanoic acid	antibakteri, anti jamur, ejakulasi, demam, mual, batuk, inflamasi, osteoarthritis, reumatik antioksidan, antiaging	GCMS	Chan, <i>et al.</i> , (2007). Nayak, <i>et al.</i> , (2014). Hamad, <i>et al.</i> , (2016) Zahra, <i>et al.</i> , (2016). Watcho, <i>et al.</i> , (2018)
2	Bengkuang (<i>Pachyrhizus erosus</i>)	Arginine, Glycine, Alanine, Choline, Serine, Proline, Fumaric acid, Valine, Succinic acid, Threonine, Cysteine, Niacin, Isoleucine, Leucine, Asparagine, Aspartic acid, Adenine, Adenine, Lysine, Glutamic acid, Methionine, Histidine, Phenylalanine, Pyridoxine, Glucose, Fructose, Tyrosine, Lauric acid, Tryptophan, Pantothenic acid, Myristic acid, Cystine, Biotin, Daidzein, Palmitic acid, Genistein, Linolenic acid, Linoleic acid, Oleic acid, Stearic acid, Thiamine, Quercetine, Arachidonic acid, Erosnin, Riboflavin, Hydroxypachyrhizone, Hydroxyrotenone, Alpha, Tocopherol, Folic acid, Beta carotene	Mereduksi/menurunkan kadar gula darah, kerapuhan tulang, penundaan menopause, anti jamur, peningkatan kesuburan	GCMS	Primiani <i>et al.</i> , (2014) Necha, <i>et al.</i> , (2004) Chung, <i>et al.</i> , (2019)

No	Bahan alam	Kompleksitas senyawa bahan alam	Potensi dan aktivitas biologis	Metode	Referensi
3	Kacang gude (<i>Cajanus cajan</i>)	Glycine, Alanine, Choline, Serine, Proline, Valine, Threonine, Cystein, Niacin, Isoleucine, Leucine, Asparagine, Aspartic acid, Glutamine, Lysine, Glutamic acid, Methionine, Histidine, Phenylalanine, Pyridoxine, Gallic acid, Arginine, Tyrosine, Tryptophan, Daidzein, Thiamine, Genisteine, Glyciteine, Cajanin, Riboflavine, Daidzin, Genistin, Glycitin, Malonyl daidzein, Malonyl genistin, Malonyl glycitin	Mereduksi/menurunkan kadar gula darah, kerapuhan tulang, penundaan menopause, anti jamur, peningkatan kesuburan	LCMS/ GCMS	Oloyo, (2004) Primiani <i>et al.</i> , (2019)
4	Daun kelor (<i>Moringa oleifera</i>)	Quercetine-G Rha, Quercetine G, Kaempferol G-Rha, Quercetine Xyl-API Ac, Quercetine-G-M, Kaempferol G, Quercetine G-M, Kaempferol Xyl-API Ac, Quercetine G-S, Kaempferol G-M, Kaempferol G-S	Aktivitas anti inflamasi, anti tumor, penundaan menopause, anti jamur, peningkatan kesuburan, osteoarthritis, antioksidan, menurunkan kadar gula darah dan kolesterol	LCMS	Coppin <i>et al.</i> , (2013) Coppina <i>et al.</i> , (2013)
5	Kunyit (<i>Curcuma longa</i>)	235 compounds, phenolic compounds and terpenoids diarylheptanoids (including commonly known as curcuminoids), diarylpentanoids, monoterpenes, sesquiterpenes, diterpenes, triterpenoids, alkaloid, and sterols, demethoxycurcumin, 1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-7-(3,4-dihydroxyphenyl)-1,6-heptadiene-3,5-dione, tetrahydroxycurcumin, vanillin	Antibakteri, antioksidan, anti inflamasi, anti mutagenik	LCMS Ethanol extract	Li, <i>et al.</i> , (2009) Park <i>et al.</i> , (2005) Chen <i>et al.</i> , (2010) Li <i>et al.</i> , (2011)

No	Bahan alam	Kompleksitas senyawa bahan alam	Potensi dan aktivitas biologis	Metode	Referensi
6	Curcuma domestic	Glycerol, malic acid, citric acid, fructose, glucose, sucrose, lactic acid, alanine, oxalic acid, malonic acid, valine, phosphoric acid, succinic acid, glyceric acid, fumaric acid, aspartic acid, oxo proline, erythritol, threonic acid, glutamic acid, xylitol, vanilic acid, <i>p</i> -hydroxycinnamic acid, <i>p</i> -coumaric acid, glucitol, gulonic acid, trans-Ferulic acid, myo-Inositol, 1,3-Propandiol, Acetic acid, L-Leucine, Hydroxylamine, Carbonic acid, L-Serine, L-Glycine, L-Threonine, <i>p</i> -Hydroxybenzoic acid, <i>p</i> -Hydroxyphenylacetate, Ribitol, 6-Deoxy-galactose, α - Glycerophosphate, L-Tyrosine, Dihydroferulic acid, β -Alanine, Citramalic acid, NAcetyl-L-serine, L-Asparagin, Aconitic acid, Tetronic acid, Ribonic acid, Shikimic acid, L-Tryptophane, Uridine, Trehalose, L-Isoleucin, N-Acetylglucoseamine, Monomethylphosphate (A), 2-Hydroxypyridin (A),	Antibakteri, antioksidan, anti inflamasi, anti mutagenik	GCMS methanol extract	Herebian <i>et al.</i> , (2009) Lechtenberg, Quandt, & Nahrstedt, (2004) Jayaprakasha, Rao, & Sakariah, (2005).
7	Kecombrang (<i>Etlingera elatior</i>)	(E)- β -farnesene, β -pinene caryophyllene 1,1 dodecanediol diacetate (E)-5 dodecane 1,1-dodecanediol diacetate cyclododecane [4].a-Pinene, cyclododecane, 1,1-dodecanediol diacetate, β -pinene, a-terpineol, a-caryophyllene, trans-nerolidol, caryophyllene, 2, 3-dihydroxypropyl elaidate, (Z)-9-octadecenoic acid, 2, 3-dihydroxypropyl estero, oleic acid	Antioksidan, antitumor, antibakteri, osteoporosis, anti inflamasi	GCMS	Jaafar <i>et al.</i> , (2007) Abdelmageed (2011)

Berdasar hasil identifikasi senyawa seperti pada Tabel 1 menunjukkan adanya berbagai senyawa aktif di dalam setiap bahan alam. Identifikasi senyawa aktif bahan alam menggunakan teknik uji *Liquid Chromatography Mass Spectrometry* (LC-MS) dan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS). Metode analisis LCMS dan GCMS seringkali digunakan dalam proses analisis senyawa kimia bahan alam, sehingga diketahui adanya berbagai senyawa aktif pada bahan alam. Berdasarkan kondisi tersebut, seringkali digunakan sebagai dasar bahwa adanya senyawa aktif dalam bahan alam yang mempunyai aktivitas tertentu dalam sistem tubuh.

Kandungan berbagai macam senyawa bahan alam di dalam sistem tubuh akan mengalami proses metabolisme tertentu dan mengalami mekanisme/proses pathway. Salah satu contoh adalah senyawa isoflavon, yang sering dijumpai dalam berbagai tumbuhan, salah satunya adalah famili Leguminoceae. Isoflavon pada tumbuhan Leguminoceae apabila dikonsumsi dan masuk ke dalam sistem metabolisme tubuh, akan mengalami proses *metabolic pathway* yang dimulai dari senyawa formononetin mengalami dimetilasi menjadi daidzein (Gambar 1.1), kemudian didegradasi menjadi equol (Wahala *et al.*, 1998) selanjutnya diabsorpsi dalam bentuk equol yang telah terkonjugasi di dalam hepar sebagai asam glukuronat dan diekskresikan melalui urin (Setchell, 1998).



Gambar 1.1. Usulan Metabolik Pathway Tentang Makanan Kandungan Isoflavonoid Daidzein (2) dan Formononetin (3) pada Manusia.

Sumber: Wahala *et al.*, (1998)

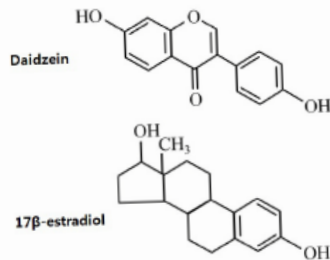
Konversi daidzein menjadi equol, suatu isoflavon lebih poten daripada daidzein dapat memberikan efek biologis lebih kuat tergantung dari bakteri usus. Isolasi bakteri usus manusia dapat mengubah daidzein menjadi equol dan genistein menjadi 5-hydroxy equol (Matthies *et al.*, 2009). Berdasarkan kondisi tersebut (Gambar 1) senyawa formononetin di dalam proses metabolismenya akan mengalami perubahan menjadi berbagai senyawa yaitu daidzein, dehydrodaidzein, dan equol. Kehadiran senyawa daidzein berada dalam struktur isomer (enansiomer) yaitu *cis*-tetrahydrodaidzein dan *trans*-tetrahydrodaidzein yang mempunyai struktur khiral (Shimada *et al.*, 2010 dan Tsuji *et al.*, 2011). Struktur isomer inilah menyebabkan adanya stabilitas pada senyawa (Kachlicki, *et al.*, 2016; Zhang, *et al.*, 2017)

Analisis terhadap proses metabolisme senyawa isoflavon daidzein dapat dijelaskan bahwa senyawa daidzein yang terdapat dalam tumbuhan famili Leguminosae bukan merupakan satu-satunya senyawa potensial atau senyawa aktif. Hal ini dibuktikan dengan adanya proses metabolik pathway terhadap senyawa daidzein. Argumentasi bahwa senyawa isoflavon atau senyawa daidzein merupakan senyawa aktif pada tumbuhan Leguminosae tidak dapat dijelaskan menggunakan satu konsep senyawa tunggal.

Salah satu argumentasi lain terhadap senyawa isoflavon adalah struktur isoflavon mirip dengan estrogen. Adanya 2 cincin fenolat dalam isoflavon memungkinkan senyawa tersebut mampu untuk mengikat reseptor estrogen (Gambar 2). Isoflavon memunculkan efek estrogenik pada sejumlah organ target yang memiliki ER α atau ER β , meskipun afinitas pengikatan ER α dan ER β dari isoflavon lebih rendah dibandingkan 17 β estradiol, namun dapat bersaing dengan 17 β estradiol untuk mengikat ER α dan ER β . Afinitas pengikatan genistein terhadap ER β adalah 87%, sedangkan untuk ER α adalah 4%, sedangkan untuk daidzein ER β 0,5% dan 0,1% (Kim *et al.*, 2012).

Pengaruh fitoestrogen bisa menjadi agonis maupun antagonis bergantung pada konsentrasi atau konsentrasi estrogen

alami. Pada konsentrasi rendah genistein tampaknya bertindak sebagai agonis, menstimulasi proliferasi sel kanker payudara, sedangkan konsentrasi yang tinggi menghambat pertumbuhan sel. Potensi metabolisme isoflavin menunjukkan efek agonis terhadap kondisi ER estrogen yang rendah (tahap postmenopause) tetapi efek ER antagonis terhadap estrogen yang tinggi (tahap premenopause) (Kim *et al.*, 2012).



Gambar 1.2. Struktur molekul daidzein & 17β-estradiol
Sumber Kim *et al.*, (2012)

Berbagai hasil penelitian yang dilakukan (Yu *et al.*, 2016; Gupta & Chaphalkar, 2016; Burkard, *et al.*, 2017) dijelaskan bahwa senyawa isoflavin yang merupakan kelompok senyawa flavonoid dapat juga berpengaruh terhadap respon imun (sebagai senyawa imunomodulator). Imunomodulator merupakan suatu potensiasi atau stimulasi imun (imunostimulasi) dengan cara memperbaiki proses sistem tubuh menggunakan bahan-bahan yang memacu, merangsang atau meningkatkan sistem imun tubuh.

Salah satu sistem tubuh terpenting dalam melakukan kegiatan proteksi adalah sistem imun. Sistem imun merupakan mekanisme untuk mempertahankan kondisi tubuh sebagai perlindungan. Bahan pangan/bahan alam yang sering dikonsumsi adalah kecombrang merupakan salah satu famili Zingiberacea dan merupakan tanaman endemik Indonesia. Dosis 400 mg/kg menghasilkan aktivitas fagositosis tertinggi 71.25% Flavonoid memiliki kemampuan meningkatkan sistem imunomodulator dengan meningkatkan efektivitas proliferasi limfokin yang dihasilkan oleh sel T sehingga akan merangsang sel-sel fagosit

untuk melakukan respon fagositosis (Santoso *et al.*, 2013). Peningkatan respons proliferasi akibat senyawa Zingiberaceae mungkin dijelaskan oleh dua hal yaitu 1) karena sifat fenol dari tanaman mudah terikat pada protein, dan 2) sifat antioksidatif fenol sehingga dapat melindungi limfosit dari molekul oksigen reaktif. Senyawa fenol tumbuhan memiliki kemampuan untuk membentuk kompleks dengan protein melalui ikatan hidrogen.

Demikian juga, daun lidah buaya (*Aloe vera*) dapat digunakan sebagai imunomodulator, karena adanya senyawa acemannan. Acemannan merupakan mucopolysaccharide D-isomer dalam daun lidah buaya, merupakan mannoacetate yang dihubungkan oleh ikatan β -1,4-glikosidik. Acemannan mampu menginduksi makrofag sehingga dapat mengeluarkan interferon (IFN), tumor necrosis factor- α (TNF- α) dan interleukin (IL-1) (Sierra-García *et al.*, 2014; Liu *et al.*, 2019).

Berdasarkan analisis dan argumentasi dari berbagai hasil penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa kandungan keragaman senyawa kompleks pada bahan alam, dapat mempunyai potensi yang sama pada bahan alam satu dengan yang lain. Hal tersebut dapat dijelaskan bahwa senyawa flavonoid pada tumbuhan Leguminoceae dapat berpotensi sebagai fitoestrogen dan bersifat imunomodulator. Kondisi ini karena adanya proses sinergis dan antagonis antar senyawa bahan alam dalam metabolisme sistem tubuh.

Simpulan

Bahan alam mengandung berbagai senyawa aktif yang masing-masing berperan terhadap sistem tubuh. Pendekatan holistik terhadap suatu bahan alam merupakan sebuah pendekatan yang dapat menjelaskan bahwa keberagaman bahan alam dalam sistem tubuh mempunyai pathway cukup kompleks. Kompleksitas senyawa bahan alam mempunyai potensi baik, sehingga dapat dimanfaatkan dalam bidang kesehatan. Salah satu kompleksitas senyawa bahan alam adalah isoflavon/ flavonoid yang mempunyai kemampuan sebagai imunomodulator.

Referensi

- Abdelmageed, A. H. A., Faridah, Q. Z., Nur Amalina, A., & Yaacob, M. (2011). The influence of organ and post-harvest drying period on yield and chemical composition of the essential oils of *Etlingera elatior* (Zingiberaceae). *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(15), 3432-3439.
- Abdi, A. M., Murdiono, W. E., & Sitompul, S. M. (2018). Kajian Etnobotani Tumbuhan Obat oleh Pembuat Jamu di Kecamatan Wringin Kabupaten Bondowoso. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(7).
- Burkard, M., Leischner, C., Lauer, U. M., Busch, C., Venturelli, S., & Frank, J. (2017). Dietary flavonoids and modulation of natural killer cells: implications in malignant and viral diseases. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 46, 1-12.
- Chadwick, C. (2010). Theoretic insights on the nature of performance synergies in human resource systems: Toward greater precision. *Human Resource Management Review*, 20(2), 85-101.
- Chan, E. W. C., Lim, Y. Y., & Omar, M. (2007). Antioxidant and antibacterial activity of leaves of *Etlingera* species (Zingiberaceae) in Peninsular Malaysia. *Food chemistry*, 104(4), 1586-1593.
- Chen, J. J., Tsai, C. S., Hwang, T. L., Shieh, P. C., Chen, J. F., & Sung, P. J. (2010). Sesquiterpenes from the rhizome of *Curcuma longa* with inhibitory activity on superoxide generation and elastase release by neutrophils. *Food chemistry*, 119(3), 974-980.
- Chung, I. M., Paudel, N., Kim, S. H., Yu, C. Y., & Ghimire, B. K. (2019). The Influence of Light Wavelength on Growth and Antioxidant Capacity in *Pachyrhizus erosus* (L.) Urban. *Journal of Plant Growth Regulation*, 1-17.
- Coppin, J. P., Xu, Y., Chen, H., Pan, M. H., Ho, C. T., Juliani, R., ... & Wu, Q. (2013). Determination of flavonoids by LC/MS and anti-inflammatory activity in *Moringa oleifera*. *Journal of Functional Foods*, 5(4), 1892-1899.

- Coppina, J. P., Xua, Y., Chena, H., Panb, M. H., Hoc, C. T., Juliania, R., ... & Wu, Q. (2013). Determination of flavonoids by LC/MS and anti-inflammatory activity in *Moringa oleifera*. *J. Functional Foods*, 5, 1892-1899.
- Corning, P. (2010). *Holistic Darwinism: Synergy, cybernetics, and the bioeconomics of evolution*. University of Chicago Press.
- Efferth, T., & Koch, E. (2011). Complex interactions between phytochemicals. The multi-target therapeutic concept of phytotherapy. *Current drug targets*, 12(1), 122-132.
- Gilbert, B., & Alves, L. (2003). Synergy in plant medicines. *Current medicinal chemistry*, 10(1), 13-20.
- Gupta, A., & Chaphalkar, S. R. (2016). Anti-inflammatory and immunosuppressive activities of flavonoids from medicinal plants. *Journal of HerbMed Pharmacology*, 5(3), 120-124.
- Hamad, A., Alifah, A., Permadi, A., & Hartanti, D. (2016). Chemical constituents and antibacterial activities of crude extract and essential oils of *Alpinia galanga* and *Zingiber officinale*. *International Food Research Journal*, 23(2).
- Herebian, D., Choi, J. H., Abd El-Aty, A. M., Shim, J. H., & Spiteller, M. (2009). Metabolite analysis in *Curcuma domestica* using various GC-MS and LC-MS separation and detection techniques. *Biomedical Chromatography*, 23(9), 951-965.
- Jaafar, F. M., Osman, C. P., Ismail, N. H., & Awang, K. (2007). Analysis of essential oils of leaves, stems, flowers and rhizomes of *Etlingera elatior* (Jack) RM Smith. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 11(1), 269-273.
- Jayaprakasha, G. K., Rao, L. J. M., & Sakariah, K. K. (2005). Chemistry and biological activities of *C. longa*. *Trends in Food Science & Technology*, 16(12), 533-548.
- Kachlicki, P., Piasecka, A., Stobiecki, M., & Marczak, Ł. (2016). Structural characterization of flavonoid glycoconjugates and their derivatives with mass spectrometric techniques. *Molecules*, 21(11), 1494.
- Kim, S. H., & Park, M. J. 2012. Effects Phytoestrogen on Sexual Development. *Korean J Pediatr*. 55(8):265-271.

- kumar Gupta, S., & Sharma, A. (2014). Medicinal properties of Zingiber officinale Roscoe-A review. *J. Pharm. Biol. Sci*, 9, 124-129.
- Lechtenberg, M., Quandt, B., & Nahrstedt, A. (2004). Quantitative determination of curcuminoids in Curcuma rhizomes and rapid differentiation of Curcuma domestica Val. and Curcuma xanthorrhiza Roxb. by capillary electrophoresis. *Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques*, 15(3), 152-158.
- Liu, C., Cui, Y., Pi, F., Cheng, Y., Guo, Y., & Qian, H. (2019). Extraction, purification, structural characteristics, biological activities and pharmacological applications of acemannan, a polysaccharide from Aloe vera: a review. *Molecules*, 24(8), 1554.
- Li, W.; Wang, S. S.; Feng, J. T.; Xiao, Y. S.; Xue, X. Y.; Zhang, H.; Wang, Y. Q.; Liang, X. M. Structure elucidation and NMR assignments for curcuminoids from the rhizomes of Curcuma longa. *Magn. Reson. Chem.*, 2009, 47, 902-90.
- Li, S., Yuan, W., Deng, G., Wang, P., Yang, P., & Aggarwal, B. (2011). Chemical composition and product quality control of turmeric (*Curcuma longa* L.).
- Mairida, D., Hariyadi, B., & Saudagar, F. (2014). Kajian Etnobotani Peralatan Rumah Tangga Suku Anak Dalam di Taman Nasional Bukit Dua Belas Kabupaten Sarolangun, Jambi. *Biospecies*, 7(2).
- Matthies, A., Blaut, M., & Braune, A. (2009). Isolation of a human intestinal bacterium capable of daidzein and genistein conversion. *Applied and environmental microbiology*, 75(6), 1740-1744.
- Nasution, J., Masitah, P. D., & Riyanto, R. (2016). Kajian Etnobotani Tumbuhan Obat Oleh Etnis Masyarakat Di Dusun Aras Napal Kiri Dan Dusun Aras Napal Kanan Desa Bukit Mas Kecamatan Besitang Kabupaten Langkat. *Jurnal Biosains*, 2(2), 91-96.

- Nayak, S., Jena, A. K., Mittal, D. K., & Joshi, D. (2014). GC-MS analysis of phytoconstituents of some wild Zingiberaceae plants methanolic rhizome extracts. *Research in Plant Sciences*, 2(1), 1-5.
- Necha, L. L. B., Baños, S. B., Luna, L. B., Suárez, F. J. L. G., Solano, D. A., & Chilpa, R. R. (2004). Antifungal activity of seed powders, extracts, and secondary metabolites of *Pachyrhizus erosus* (L.) urban (Fabaceae) against three postharvest fungi. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 22(3), 356-361.
- Nurchayati, N., & Ardiyansyah, F. (2018). Kajian etnobotani masyarakat Suku Using Kabupaten Banyuwangi. *Bioma: Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, 3(2).
- Oloyo, R. A. (2004). Chemical and nutritional quality changes in germinating seeds of *Cajanus cajan* L. *Food Chemistry*, 85(4), 497-502.
- Park, B. S.; Kim, G. J.; Kim, M. R.; Lee, S. E.; Takeoka, G. R.; Oh, K. B.; Kim, J. H. *Curcuma longa* L. constituents inhibit sortase A and *Staphylococcus aureus* cell adhesion to fibronectin. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, 53, 9005-9009.
- Primiani, C. N. (2014). Dinamika Senyawa Daidzein Umbi Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) dalam Darah serta Potensinya pada Tikus Putih Betina. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning* (Vol. 10, No. 1).
- Primiani, C. N., Pujiati, P., & Sumitro, S. B. (2019). Characterization and potential of Pigeon Pea; *Cajanus cajan* L. Mill sp. Phytoestrogen on rat ovary. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*, 43(1).
- Rahimah, R., Hasanuddin, H., & Djufri, D. (2019). KAJIAN ETNOBOTANI (UPACARA ADAT SUKU ACEH DI PROVINSI ACEH). *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*, 6(1), 53-58.
- Rosca-Casian, O., Parvu, M., Vlase, L., & Tamas, M. (2007). Antifungal activity of *Aloe vera* leaves. *Fitoterapia*, 78(3), 219-222.

- Royyani, M. F., & Efendy, O. (2015). Kajian etnobotani masyarakat dayak di desa Tau Lumbis, Kabupaten Nunukan, Propinsi Kalimantan Utara, Indonesia. *Berita Biologi*, 14(2), 177-185.
- Royyani, M. F., Lestari, V. B., Agusta, A., & Efendy, O. (2018). Kajian Etnobotani Ramuan Pasca Melahirkan pada Masyarakat Enggano. *Berita Biologi*, 17(1), 31-38.
- Santoso, T. A., Diniatik, D., & Kusuma, A. M. (2013). Efek Imunostimulator Ekstrak Etanol Daun Katuk (*Sauropus Androgynus* L Merr) Terhadap Aktivitas Fagositosis Makrofag. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, 10(1).
- Schink, B. (2002). Synergistic interactions in the microbial world. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 81(1-4), 257-261.
- Sebiomo, A., Awofodu, A. D., Awosanya, A. O., Awotona, F. E., & Ajayi, A.J. (2011). Comparative studies of antibacterial effect of some antibiotics and ginger (*Zingiber officinale*) on two pathogenic bacteria. *Journal of Microbiology and Antimicrobials*, 3(1), 18-22.
- Setchell, K. D. (1998). Phytoestrogens: the biochemistry, physiology, and implications for human health of soy isoflavones. *The American journal of clinical nutrition*, 68(6), 1333S-1346S.
- Shahrajabian, M. H., Wenli, S. U. N., & CHENG, Q. (2019). Pharmacological Uses and Health Benefits of Ginger (*Zingiber officinale*) in Traditional Asian and Ancient Chinese Medicine, and Modern Practice. *Notulae Scientia Biologicae*, 11(3), 309-319.
- Shimada, Y., Yasuda, S., Takahashi, M., Hayashi, T., Miyazawa, N., Sato, I., ... & Hishigaki, H. (2010). Cloning and expression of a novel NADP (H)-dependent daidzein reductase, an enzyme involved in the metabolism of daidzein, from equol-producing *Lactococcus* strain 20-92. *Applied and environmental microbiology*, 76(17), 5892-5901.

- Sierra-García, G. D., Castro-Ríos, R., González-Horta, A., Lara-Arias, J., & Chávez-Montes, A. (2014). Acemannan, an extracted polysaccharide from Aloe vera: A literature review. *Natural product communications*, 9(8), 1934578X1400900836.
- Singh, C. B., Manglembi, N., Swapana, N., & Chanu, S. B. (2015). Ethnobotany, phytochemistry and pharmacology of Zingiber cassumunar Roxb.(Zingiberaceae). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 4(1).
- Tippayawat, P., Phromviyo, N., Boueroy, P., & Chompoosor, A. (2016). Green synthesis of silver nanoparticles in aloe vera plant extract prepared by a hydrothermal method and their synergistic antibacterial activity. *PeerJ*, 4, e2589.
- Tohma, H., Gülçin, İ., Bursal, E., Gören, A. C., Alwasel, S. H., & Köksal, E. (2017). Antioxidant activity and phenolic compounds of ginger (Zingiber officinale Rosc.) determined by HPLC-MS/MS. *Journal of food measurement and characterization*, 11(2), 556-566.
- Tomasin, R., & Cintra Gomes-Marcondes, M. C. (2011). Oral administration of Aloe vera and honey reduces walker tumour growth by decreasing cell proliferation and increasing apoptosis in tumour tissue. *Phytotherapy Research*, 25(4), 619-623.
- Tsuji, H., Moriyama, K., Nomoto, K., & Akaza, H. (2012). Identification of an enzyme system for daidzein-to-equol conversion in Slackia sp. strain NATTS. *Applied and environmental microbiology*, 78(4), 1228-1236.
- Van Wyk, B. E., & Wink, M. (2018). *Medicinal plants of the world*. CABI.
- Wähälä, K., Salakka, A., & Adlercreutz, H. (1998). Synthesis of novel mammalian metabolites of the isoflavonoid phytoestrogens daidzein and genistein. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 217(3), 293-299.
- Watcho, P., Kemka, F. X., Deeh Defo, P. B., Wankeu-Nya, M., Kamtchouing, P., & Kamanyi, A. (2018). In/ex copula ejaculatory activities of aqueous and methanolic extracts of Aframomum melegueta (Zingiberaceae) in sexually experienced male rat. *Andrologia*, 50(2), e12861.

- Williamson, E. M. (2001). Synergy and other interactions in phytomedicines. *Phytomedicine*, 8(5), 401-409.
- Yadav, R. N. S., & Agarwala, M. (2011). Phytochemical analysis of some medicinal plants. *Journal of phytology*.
- Yu, J., Bi, X., Yu, B., & Chen, D. (2016). Isoflavones: anti-inflammatory benefit and possible caveats. *Nutrients*, 8(6), 361.
- Zahra, U., Kartika, Y., Batubara, I., Darusman, L. K., & Maddu, A. (2016). Screening the potency of Zingiberaceae leaves as antioxidant and antiaging agent. *Nusantara Bioscience*, 8(2), 221-225.
- Zhou, X., Seto, S. W., Chang, D., Kiat, H., Razmovski-Naumovski, V., Chan, K., & Bensoussan, A. (2016). Synergistic effects of Chinese herbal medicine: a comprehensive review of methodology and current research. *Frontiers in Pharmacology*, 7, 201.
- Zhang, F., Shi, W., Luo, J., Pellet, N., Yi, C., Li, X., ... & Xiao, Y. (2017). Isomer-pure bis-PCBM-assisted crystal engineering of perovskite solar cells showing excellent efficiency and stability. *Advanced Materials*, 29(17), 1606806.

Bagian 2

Laboratorium Virtual:

Alternatif Pembelajaran Praktikum Fisika di Masa Pandemi Covid-19

Dr. Jeffry Handhika, M. Pd., M.Si

Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas PGRI Madiun

Email: jhandhika@unipma.ac.id

Abstrak

Tantangan pembelajaran Fisika semakin kompleks dengan adanya edaran dari pimpinan Lembaga pendidikan terkait pembelajaran dalam jaringan (daring). Permasalahan yang dihadapi pendidik fisika diantaranya (1) kemampuan literasi digital pendidik dan peserta didik, (2) fasilitas *e-learning* yang belum memadai, dan (3) konversi pembelajaran riil ke virtual pada kegiatan praktikum fisika. Alternatif pembelajaran yang banyak digunakan oleh pendidik fisika diantaranya pemberian tugas praktikum di rumah. Kegiatan ini efektif dilakukan, namun perlu alternatif kegiatan apabila ditemukan hambatan terkait pemberian tugas di rumah. Pemberian tugas di rumah berpotensi menyebabkan peserta didik melakukan aktivitas di luar rumah, dampaknya interaksi fisik antar peserta didik dapat terjadi. Konsekwensinya pembelajaran daring yang bertujuan untuk mencegah penyebaran COVID-19 tidak dapat tercapai. Laboratorium virtual (LV) adalah salah satu alternatif yang dapat di gunakan para pendidik fisika untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penggunaan LV dapat meningkatkan literasi digital dengan manajemen pelaksanaan pembelajaran dengan baik. Peserta didik juga dapat mengembangkan kreativitas dan rasa percaya dirinya dengan melakukan presentasi hasil kegiatan pembelajarannya. Keterkaitan dengan merdeka belajar, peserta didik (mahasiswa) juga dapat melakukan kegiatan pengabdian masyarakat dengan mempresentasikan penggunaan LV melalui channel youtube.

Kata Kunci: Laboratorium Virtual, COVID-19, Praktikum Fisika, Merdeka Belajar

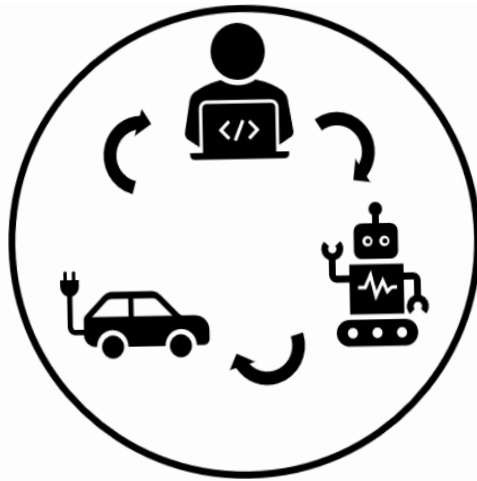
Pendahuluan

Permasalahan pembelajaran fisika terus berkembang seiring perkembangan teknologi dan kebijakan yang dikeluarkan oleh Lembaga pendidikan dalam rangka memenuhi kebutuhan pasar. Permasalahan semakin kompleks dengan adanya percepatan penggunaan teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran (akselerasi digital kegiatan pembelajaran) dengan munculnya kebijakan pemerintah dan lembaga pendidikan terkait pembelajaran daring dalam rangka mencegah penyebaran COVID-19. Permasalahan yang muncul di antaranya: (1) kemampuan literasi digital pendidik dan peserta didik, (2) fasilitas *e-learning* yang belum memadai, dan (3) konversi pembelajaran riil ke virtual pada kegiatan praktikum fisika. Kemampuan literasi digital pendidik dan peserta didik merupakan permasalahan fundamental yang harus segera diatasi. Upaya yang dapat dilakukan dalam rangka meningkatkan literasi pendidikan pendidik dan peserta didik adalah melakukan kegiatan workshop penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Kolaborasi antar pendidik, pendidik dan peserta didik juga dapat dilakukan untuk meningkatkan literasi digital peserta didik dan pendidik. Berdasarkan *IMD World Competitiveness Center* pada tahun 2020 Indonesia berada pada peringkat 40 dari 63 negara, turun 8 peringkat dari tahun sebelumnya (IMD, 2019). Kondisi ini tentunya perlu segera diatasi dalam rangka melaksanakan pembelajaran daring di masa pandemi. Lembaga pendidikan dapat menginstruksikan para pendidik untuk melakukan kolaborasi antar pendidik maupun dengan peserta didik terkait penggunaan TIK.

Permasalahan berikutnya terkait dengan fasilitas infrastruktur digital diantaranya *e-learning* dan pembiayaan pelaksanaan pembelajaran daring. Tidak semua Lembaga pendidikan memiliki fasilitas *e-learning*, namun hal ini dapat diatasi dengan penggunaan *google class/meet*, *zoom*, *Edmodo* yang

merupakan platform gratis untuk melaksanakan pembelajaran daring. Fasilitas infrastruktur digital juga tidak merata di seluruh Indonesia. Berdasarkan data Biro Pusta Statistik diperoleh informasi bahwa masih terdapat 18 provinsi yang memiliki indeks pembangunan TIK pada kategori rendah (Badan Pusat Statistik, 2019). Permasalahan yang perlu di penuhi adalah pemerataan sinyal digital dalam rangka memenuhi pelaksanaan pembelajaran daring. Sinyal putus-putus merupakan permasalahan yang sering di keluhkan oleh pendidik maupun peserta didik (Jeffry Handhika et al., 2020). Biaya yang dikeluarkan dalam pembelajaran daring (paket data) juga dirasa masih memberatkan peserta didik dan pendidik. Peran pemerintah dalam mewujudkan pelayanan pendidikan yang merata sangat diperlukan dengan mengatasi permasalahan tersebut.

Permasalahan yang difokuskan pada bagian ini adalah penggunaan LV dalam pembelajaran. Guna mengganti kegiatan praktikum, selama ini pendidik memberikan tugas proyek kepada peserta didik untuk merancang kegiatan praktikum di rumah. Ada tiga kendala yang muncul saat model ini (kegiatan praktikum riil di rumah) diterapkan (1) berpotensi menyebabkan peserta didik keluar rumah untuk membeli bahan-bahan kebutuhan praktikum (berpotensi ada interaksi fisik), (2) biaya bertambah untuk membeli bahan-bahan yang dibutuhkan, (3) tidak dapat menjangkau semua kegiatan praktikum. Disamping kendala yang muncul, sebenarnya kegiatan proyek di rumah memiliki keunggulan, salah satunya memberikan pengalaman riil bagi peserta didik dalam menemukan konsep fisika. Namun, perlu di pahami Bersama bahwa konsep pengalaman riil akan bergeser dengan adanya perkembangan Menampilkan hasil untuk *Artificial intelligence* dan otomatisasi di era revolusi industri dan *society* 5.0 (Gambar 1).



Gambar 2.1. Pemanfaatan Program, AI, dan Robot dalam Produksi

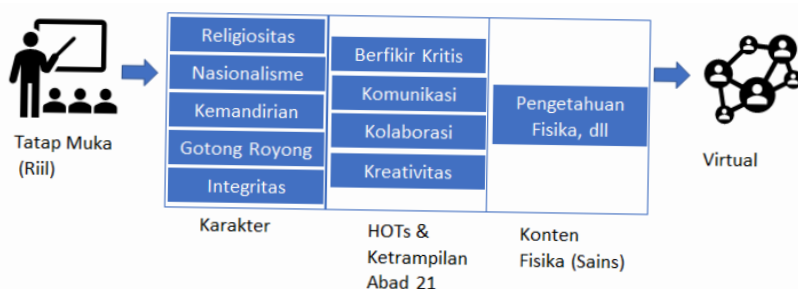
Gambar 2.1 mendeskripsikan bahwa kegiatan produksi akan di ambil alih oleh robot dengan memanfaatkan AI. Manusia dapat memodifikasi produksi dengan memanipulasi input program yang dibutuhkan kegiatan kalkulasi, produksi, analisis resiko/ kegagalan produksi diproses oleh AI. Oleh sebab itu konsep pengalaman langsung dalam kegiatan praktikum berkembang seiring dengan kemajuan teknologi. Ketrampilan abad 21 menjadi salah satu ketrampilan yang di butuhkan di era digital. Ketrampilan abad 21 menuntut peserta didik memiliki kemampuan berfikir kritis, penyelesaian masalah, komunikasi dan kolaborasi. Selain itu peserta didik harus memiliki inovasi dan kreativitas, serta kemampuan dalam menggunakan teknologi informasi dan komunikasi (Partnership for 21st Century learning, 2015). Berdasarkan penjelasan yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan LV menjadi penting dalam mempersiapkan kompetensi lulusan di masa datang. Penggunaan laboratorium rill sebagai media pembelajaran fisika juga telah banyak dilakukan, Penggunaan LV dapat (1) meningkatkan aktivitas belajar mandiri dan pemahaman konsep (Arista &

Kuswanto, 2018), (2) sikap (karakter) (Aşıksoy & Islek, 2017), (3) kreativitas dan penyelesaian masalah (Gunawan et al., 2019), literasi sains (Jannati et al., 2018). Berdasarkan berbagai penelitian diatas, penggunaan LV dapat digunakan sebagai penunjang dalam mereduksi berbagai permasalahan yang muncul dalam pembelajaran fisika. Penggunaan LV juga berdampak pada perluasan definisi pengalaman langsung akan berkembang, dimana pengalaman langsung dapat diperoleh dari kegiatan memanipulasi program (input persamaan fisika) dalam kegiatan praktikum dengan laboratoium virtual. Pelaksanaan pembelajaran dengan LV dan potensinya dalam mengembangkan ketrampilan abad 21 dideskripsikan.

Pembahasan

1. Langkah-langkah Penerapan Pembelajaran dengan LV

Dalam bagian ini akan dideskripsikan Langkah-langkah pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan laboratorium virtual, kelebihan, kekurangan, dan hambatan dalam melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan laboratorium virtual. Perlu ditekankan bahwa dalam mentransformasikan laboratorium riil ke virtual, tidak hanya meningkatkan pengetahuan fisika saja, namun harus mampu meningkatkan semua kompetensi (Karakter, *Higher order thinking skills* (HOTS) & ketrampilan abad 21) yang dibutuhkan peserta didik di masa mendatang (Gambar 2.2).



Gambar 2.2. Konversi Kelas Riil ke Virtual

Berdasarkan gambar 2.2, guna meningkatkan kompetensi yang di butuhkan di era digital, pendidik harus mampu memasukkan unsur-unsur pedagogik dalam kegiatan pembelajaran virtual. Penggunaan model, strategi, metode, harus dimasukkan dalam kegaitan pembelajaran yang dilakukan. Kegiatan pembelajaran yang dilakukan dapat menggunakan *e-learning* maupun media sosial. Guna mewujudkan trasnformasi pembelajaran riil ke virtual pendidik harus mampu mensinergikan pengetahuan teknologi, pedagogik, dan konten fisika yang diperkenalkan oleh Kohler dalam Spector, M. J., Merrill, M., Elen, J., & Bishop, M. J. (2014). Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut.

1. Merumuskan capaian pembelajaran.
2. Mendesain pembelajaran daring yang dilakukan dengan memperhatikan unsur-unsur konten dan pedagogik guna mencapai tujuan pembelajaran dengan berbantuan laboratorium virtual.
3. Menerapkan pembelajaran dengan memilih model pembelajaran yang digunakan.
4. Mengevaluasi & merefleksikan kegiatan pembelajaran berbantuan LV yang telah dilakuan.

Keempat Langkah diatas dideskripsikan pada bagian pembahasan. Kelebihan dan kelemahan pembelajaran virtual juga dideskripsikan berdasar kan kajian literatur maupun penerapan di lapangan.

2. Penerapan, Evaluasi, dan Refleksi Pembelajaran berbantuan LV

Berdasarkan deskripsi yang disampaikan pada bagian Langkah-langkah penerapan LV, kegiatan yang pertama dilakukan adalah merumuskan capaian pembelajaran. Pada kegiatan praktikum, perumusan capaian pembelajaran di sesuaikan dengan capaian pembelajaran yang telah ditentukan dalam rencana pelaksanaan pembelajaran. Contoh capaian pembelajaran yang dapat dirumuskan dalam kegiatan praktikum antara lain (1) peserta didik dapat Menyusun dan mengukur hambatan seri dan parallel, (2) peserta didik dapat menganalisis karakteristik arus AC

dan DC, (3) peserta didik dapat mengukur arus listrik pada rangkaian, dan lain sebagainya.

Langkah yang kedua adalah mendesain pembelajaran daring berbantuan LV dengan memperhatikan unsur-unsur konten dan pedagogik. Unsur-unsur pedagogik perlu diperhatikan dalam melakukan transformasi pembelajaran riil ke pembelajaran virtual guna mengembangkan potensi karakter, HOTS, dan ketrampilan abad 21. Tabel 1 merupakan contoh penerapan model *Project Based Learning (PjBL)* dalam pembelajaran daring. PjBL merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berfikiir kritis, HOTS, dan level konsepsi (J. Handhika et al., 2018; Lukitasari et al., 2018; Jeffy Handhika., 2018^{ab}).

Tabel 2.1. Sintak PjBL dalam pembelajaran daring

PjBL	Deskripsi Sintak Terintegrasi TIK
Pertanyaan Esensial	Peserta didik diberikan tugas mengkaji literatur dari sumber online maupun offline terkait konsep yang akan dipelajari Peserta didik diberikan pertanyaan esensial (feedback) secara online dengan tujuan memberikan stimulus untuk bertanya dan memecahkan masalah. Peserta didik memberikan respon secara online <i>feed back</i> yang diberikan dosen
Merencanakan Proyek	Peserta didik berdiskusi dalam kelompok membuat rancangan konsep sebagai realisasi <i>feed back</i> dan pembuktian suatu ide, gagasan, dan atau konsep secara online. Peserta didik mempresentasikan hasil rancangannya secara online, kelompok lainnya memberikan kritik dan saran terhadap rancangan yang telah dibuat.
Menjadwalkan Proyek	Peserta didik berdiskusi dan menyusun jadwal rencana pembuatan proyek. Penyusunan jadwal proyek disesuaikan dengan kontrak belajar dan produk yang dibuat, hasil jadwal yang telah di diskusikan dan di upload secara online.
Menilai Luaran	Peserta didik secara berkelompok mempresentasikan produk yang telah di buat secara online, peserta didik yang lain memberikan kritik, saran, dan penilaian dari perencanaan, penjadwalan, dan produk yang dibuat.

PjBL	Deskripsi Sintak Terintegrasi TIK
Evaluasi dan Refleksi	Peserta didik menyampaikan pendapatnya secara verbal maupun tekstual, online terkait pembelajaran yang dilakukan dan produk yang dihasilkan. Peserta didik mengkaitkan produk yang dihasilkan dengan konsep-konsep fisika yang ingin dibuktikan secara verbal maupun tekstual, online. Peserta didik secara berkelompok menuliskan kekeurangan dan kelebihan produk yang telah dibuat secara online . Jeffry Handhika (2018a)

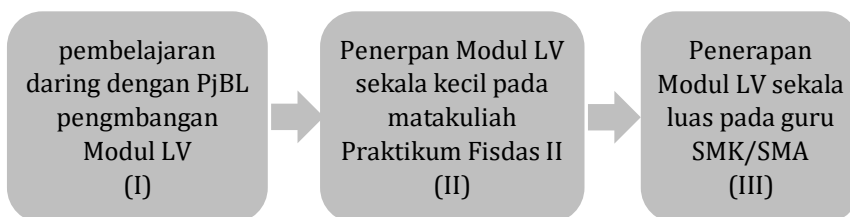
Setelah Menyusun dan medeskripsikan sintak, langkah selanjutnya adalah memasukkan sintak-sintak tersebut kedalam learning berbasis LMS (*learning Management System*). Langkah-langkah pada *e-learning* menyesuaikan dengan sintak yang telah disusun. Matrik potensi model PjBL dalam meningkatkan ketrampilan abad 21 dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Matrik Model PjBL dalam Meningkatkan HOTS dan ketrampilan Abad 21.

PjBL	Deskripsi Sintak Terintegrasi TIK
Pertanyaan Esensial	Peserta didik mencari referensi secara daring (Ketrampilan TIK) Peserta didik melakukan analisis kritis terhadap literatur yang diperoleh Peserta didik menyampaikan ide kreatif secara daring (Ketrampilan TIK) sebagai respon feed back pertanyaan dari fasilitator
Merencanakan Proyek	Peserta didik melakukan analisis kritis melalui proses diskusi (Ketrampilan TIK) secara daring Peserta didik membuat rancangan produk kreatif dalam bentuk kit sederhana ataupun prototype software untuk membuktikan teori dan konsep fisika. Peserta didik melakukan analisis kritis dengan memberi respon komentar terhadap produk yang di buat oleh kelompok presentasi secara daring. Peserta didik mengupload hasil perencanaan (Ketrampilan TIK).

PjBL	Deskripsi Sintak Terintegrasi TIK
Menjadwalkan Proyek	Peserta didik melakukan analisis kritis penyusunan jadwal pembuatan produk Peserta didik memberikan respon dan berdiskusi secara daring (Ketrampilan TIK) Peserta didik mengupload hasil penjadwalan (Ketrampilan TIK) Peserta didik merancang produk kit sederhana maupun dalam bentuk software (Ketrampilan TIK)
Menilai Luaran	Peserta didik melakukan analisis kritis dengan cara memberikan kritik, saran, dan penilaian dari perencanaan, penjadwalan, dan produk yang dibuat. Peserta didik memberikan respon secara daring (Ketrampilan TIK) Peserta didik mengupload hasil penilaian luaran (Ketrampilan TIK)
Evaluasi dan Refleksi	Peserta didik melakukan analisis kritis dengan cara menyampaikan pendapatnya secara verbal maupun tekstual, (Ketrampilan TIK) secara daring terkait pembelajaran yang dilakukan dan produk yang dihasilkan maupun membuat resume keterkaitan produk yang di buat dengan konsep-konsep fisika dan mendiskusikan dan menuliskan kekurangan dan kelebihan produk secara online (Ketrampilan TIK) Jeffry Handhika (2018a)

Berdasarkan Tabel 2.2, dapat dilihat bahwa model PjBL yang diintegrasikan dengan TIK dapat meningkatkan HOTS dan ketrampilan abad 21, berikut dideskripsikan langkah-langkah penggunaan LV dalam pembelajaran praktikum Fisika dasar II dan asistensi Fisika.



Gambar 2.3. Mekanisme pembelajaran daring PjBL dengan memanfaatkan LV

Berdasarkan gambar 2.3, LV digunakan pada dua matakuliah, asistensi fisika dan Praktikum Fisika Dasar II. Pembelajaran yang dilakukan berpusat pada mahasiswa. Dosen menstimulasi mahasiswa untuk mencari sumber referensi contoh LV yang telah ada. Mahasiswa diminta untuk mengembangkan modul LV untuk diterapkan pada mahasiswa dan di deseminasikan pada guru-guru. Pada fase ini mahasiswa dilatih untuk belajar mandiri (Arista & Kuswanto, 2018).

Pada fase II (merencanakan proyek), dosen memberikan contoh laboratrium virtual dan modulnya secara daring untuk memberikan gambaran kepada mahasiswa terkait cara menggunakan LV dan pengembangan modulnya melalui *google classroom* (Gambar 2.4a). Pada matakuliah fisika dasar II, pada fase merencanakan proyek, dosen memberikan stimulus permasalahan kepada mahasiswa terkait karakteristik besar kuat arus pada rangkaian seri dan paralel (Gambar 2.4b).





Gambar 2.4a. Penyampaian Penggunaan LV Melalui *Google meet* pada matakuliah asistensi



Gambar 2.4b. Penyampaian Penggunaan LV Melalui *Whatsapp*

Proses diskusi juga dapat dilakukan secara daring melalui LMS, media sosial (*whatsapp*), dan *e-learning* UNIPMA (*e-LMA*). *Whatsapp* menjadi media sosial yang banyak digunakan oleh pendidik terkait dengan kepraktisan, fitur pendukung, dan fasilitas aplikasi LV berbasis android (Jeffry Handhika et al., 2020). Penggunaan TIK dalam pembelajaran mendukung interaksi antar peserta didik, fasilitator dengan peserta didik, dan fasilitator,

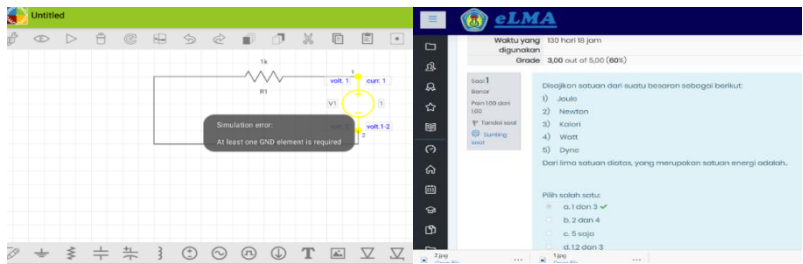
peserta didik, dengan *artificial intelligence*. Keunggulan penggunaan TIK salah satunya adalah memunculkan interaksi baru dan menciptakan lingkungan pembelajaran baru. Contoh interaksi yang terjadi pada pemanfaatan TIK dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5a. Interaksi dosen dengan mahasiswa



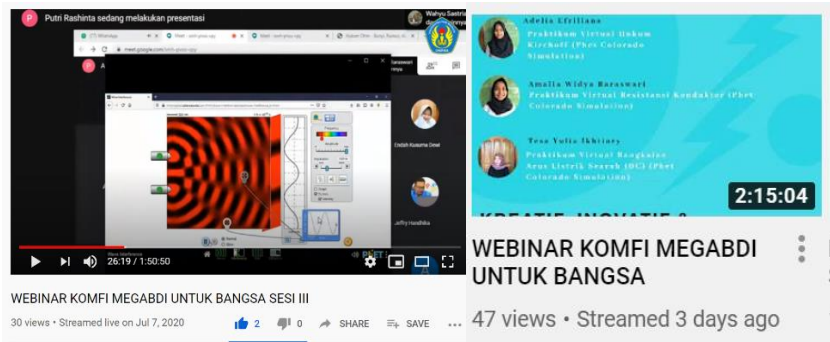
Gambar 2.5b. Interaksi antar mahasiswa



Gambar 2.5c. Interaksi Mahasiswa dengan AI melalui LV dan Kuis daring

Penggunaan LV juga memperluas definisi baru terkait domain psikomotorik. Pada tahun 2016, pendefinisian ketrampilan psikomotor hanya terbatas penggunaan mouse atau keyboard saja (Seth, 2016), namun sekarang kondisi tersebut bisa diperluas terkait dengan ketrampilan pencarian informasi, penerapan program, dan lain sebagainya. Selama ini domain psikomotorik fisika terbatas pada aktivitas kegiatan di laboratorium, rill seperti merangkai alat praktikum, pelaksanaan prosedur pengukuran dan sebagainya. Domain psikomotorik dalam penggunaan LV berkaitan ketrampilan dalam menggunakan TIK, mengoperasikan, dan mengembangkan software LV. Penggunaan LV dan TIK dalam pembelajaran daring juga mengembangkan definisi baru terkait argumentasi. Dalam diskusi, mahasiswa menyampaikan pendapat tertulis maupun lisan secara daring. Penyampaian pendapat secara tertulis melalui daring memungkinkan mahasiswa yang kurang percaya diri dapat menyampaikan pendapatnya secara tertulis.

Tidak semua fase dideskripsikan pada bagian ini. Fase penting berikutnya yang perlu disampaikan adalah fase menilai luaran. Mahasiswa diminta mempresentasikan produknya secara daring melalui google meet dan youtube. Sinergi dengan kampus merdeka, kegiatan yang dilakukan mahasiswa juga dapat digunakan sebagai kegiatan pengabdian masyarakat. Modul dan media virtual yang digunakan dapat dijadikan referensi bagi pendidik fisika dalam mencari referensi LV. Dari kegiatan seminar yang dilakukan UNIPMA, banyak pendidik fisika yang kesulitan mencari referensi terkait laboratorium virtual. Presentasi produk dan diskusi mahasiswa melalui *google meet* dan *utube* yang dikemas dalam kegiatan pengabdian masyarakat dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Presentasi produk dan diskusi mahasiswa

Mahasiswa fisika sudah mampu mempresentasikan produknya secara daring melalui forum diskusi online. Presentasi terbuka untuk umum dan dapat dilihat oleh pemerhati pendidikan fisika, guru fisika SMA/SMK, MAN. Kegiatan ini juga melatih rasa percaya diri dan kemampuan komunikasi mahasiswa dalam menyampaikan informasi. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian (Tantri, 2018). Pembelajaran daring melatih peserta didik untuk mengemukakan pendapatnya secara virtual text maupun melalui *video conference*.

Berdasarkan deskripsi yang telah dipaparkan, penggunaan LV mampu meningkatkan berbagai kompetensi yang dibutuhkan di masa mendatang. LV juga mampu menggantikan kegiatan praktikum yang biasanya dilakukan secara riil. LV juga dapat meningkatkan kreativitas mahasiswa dalam mendesain produk (rangkaian) dalam skala prototype. Biaya yang dikeluarkan untuk pembiayaan bahan habis pakai untuk kegiatan praktikum menjadi lebih murah. Namun, kelemahan terkait penggunaan laboratorium virtual, yaitu mahasiswa tidak mendapatkan pengalaman nyata menyusun rangkaian, tidak pernah mengalami langsung komponen elektronika terbakar karena kesalahan pemasangan. Selain itu, pembelajaran LV yang dilaksanakan secara daring juga membebani mahasiswa.

3. Mengevaluasi dan merefleksi kegiatan pembelajaran berbantuan LV

Berdasarkan deskripsi yang telah dipaparkan diatas, pembelajaran daring berbantuan LV memiliki kelebihan dan juga kekurangan. Kelebihan pembelajaran LV diantaranya tidak membutuhkan ruang khusus, dapat dilakukan kapan saja, dapat memanipulasi variabel eksperimen tanpa ada resiko kerusakan alat,/komponen, biaya alat dan bahan praktikum dapat dipangkas. Dapat melatih HOTS dan ketrampilan abad 21. Kekurangan pembelajaran penggunaan LV secara daring adalah beban biaya terpusat pada paket daya yang digunakan untuk pembelajaran daring, perkembangan teknologi LV saat ini belum mampu memberikan pengalaman nyata kepada peserta didik. Hasil umpan balik yang diberikan oleh mahasiswa yang menempuh praktikum fisika dasar II juga positif. Perlu disampaikan juga bahwa kondisi jaringan internet di Indonesia belum merata, hal ini menjadi permasalahan tersendiri dalam penerapan LV secara daring. Tidak semua peserta didik memiliki smartphone dan laptop/PC guna mendukung pembelajaran daring dengan berbantuan LV. Kondisi ini perlu menjadi pertimbangan fasilitator sebelum menetapkan pembelajaran dengan sistem daring berbantuan LV. Kendala sinyal sering menjadi hambatan walaupun lokasi di kota (dengan jaringan kuat) dan telah di dukung oleh fasilitas teknologi. Penguatan infrastruktur jaringan digital dan fasilitas Teknologi Informasi dan Komunikasi perlu dipersiapkan dengan baik.

Pada Masa Pandemi COVID-19 saat ini, pembelajaran daring berbantuan LV dapat dijadikan alternatif pembelajaran yang dilakukan oleh pendidik fisika. LV dengan sistem daring mendukung pelaksanaan pembelajaran tanpa ada interaksi fisik. Pembelajaran penugasan proyek (kegiatan eksperimen riil di rumah) masih memungkinkan terjadinya interaksi fisik antara peserta didik dengan lingkungannya (keluar rumah) untuk

membeli bahan-bahan yang diperlukan pendukung kegiatan eksperimen. Dalam pemberian tugas eksperimen riil di rumah sebenarnya fasilitator dapat menggunakan berbagai peralatan yang dapat dengan mudah ditemukan di rumah, namun sekali lagi kondisi masing-masing rumah juga beragam, sehingga masih ada potensi bagi peserta didik untuk melakukan intraksi fisik di luar dalam rangka membeli alat dan bahan yang dibutuhkan. Jika pembelajaran proyek di rumah dilaksanakan secara daring, tentunya biaya akan lebih mahal selain pembelian bahan, peserta didik juga menanggung biaya paket data untuk pembelajaran daring.

Simpulan

Berdasarkan deskripsi dalam bagian pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran daring berbantuan LV dapat digunakan alternatif pembelajaran daring di rumah di masa pandemi COVID-19. Pembelajaran secara daring tentunya dipilih dengan mempertimbangkan infrastruktur digital dan perangkat yang dimiliki oleh peserta didik. Pembelajaran daring berbantuan LV juga berpotensi meningkatkan HOTS dan Keterampilan Abad 21. Pembelajaran daring yang diterapkan harus tetap memasukkan unsur-unsur pedagogik dan menumbuhkan karakter peserta didik. Mengumpulkan tugas tepat waktu, Menuliskan referensi sesuai etika ilmiah, menggunakan Bahasa yang baik saat diskusi kelompok besar, merupakan beberapa contoh penumbuhan karakter melalui pembelajaran daring. Kerjasama dan rasa percaya diri peserta didik juga dapat ditumbuhkan melalui kegiatan diskusi dan presentasi daring. Semakin berkembangnya TIK, kelemahan pembelajaran daring akan tereduksi, kemungkinan definisi pengalaman riil akan berkembang seiring perkembangan AI dan robot. Perlu disampaikan juga bahwa literasi digital pendidik dan peserta didik perlu juga dipertimbangkan selain ketersediaan TIK dan infrastruktur jaringan yang memadai.

Referensi

- Arista, F. S., & Kuswanto, H. (2018). Virtual physics laboratory application based on the android smartphone to improve learning independence and conceptual understanding. *International Journal of Instruction*, 11(1), 1–16. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.1111a>
- Aşıksoy, G., & Islek, D. (2017). The impact of the virtual laboratory on students' attitudes in a general physics laboratory. *International Journal of Online Engineering*, 13(4), 20–28. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v13i04.6811>
- Gunawan, G., Harjono, A., Sahidu, H., Herayanti, L., Suranti, N. M. Y., & Yahya, F. (2019). Using Virtual Laboratory to Improve Pre-service Physics Teachers' Creativity and Problem-Solving Skills on Thermodynamics Concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(5). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/5/052038>
- Handhika, J., Cari, C., Sunarno, W., Suparmi, A., & Kurniadi, E. (2018). The influence of project-based learning on the student conception about kinematics and critical thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012028>
- Handhika, Jeffry, Fatmaryanti, S. D., Winarti, W., Khasanah, N., Viyanti, V. I., & Budiarti, I. S. (2020). *Pembelajaran Sains di Era Akselerasi Digital*. AE Media Grafika.
- IMD. (2019). *IMD World Competitiveness ranking 2019 One Year Change*. 2019.
- Jannati, E. D., Setiawan, A., Siahaan, P., & Rochman, C. (2018). Virtual laboratory learning media development to improve science literacy skills of mechanical engineering students on basic physics concept of material measurement. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012061>
- Jeffry Handhika. (2018)^a *Project Based Learning, Integrasi Teknologi Informasi dan Komunikasi: Alternatif Pembelajaran Fisika di Era Revolusi Industri 4.0*. Disampaikan pada Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains 8 (pp.1-10)

- Jeffrey Handhika (2018)^b. *Pembelajaran Fisika di Era Revolusi Industri 4.0*. Disampaikan di Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya (pp. 1-8)
- Lukitasari, M., Handhika, J., & Murtafiah, W. (2018). Higher order thinking skills : using e-portfolio in project-based learning. *Journal of Physics : Conference Series*, 1(983).
- Partnership for 21st Century learning. (2015). *21st Century Student Outcomes*. 1–9. <http://www.p21.org/our-work/p21-framework>
- Seth, A. (2016). Online Laboratory for Psychomotor Development in Open Distance Learning Environment. *Researchgate.Net, October*.
www.researchgate.net/profile/Aminuddin_Seth2/publication/309575614_Online_Laboratory_For_Psychomotor_Development_In_Open_Distance_Learning_Environment/links/581831a708aeffb6d6c347dd.pdf
- Statistik, B. P. (2019). *Indeks Pembangunan Teknologi, Informasi, dan Komunikasi (ICT Development Index) 2018*. BPS RI
- Tantri, N. R. (2018). Kehadiran Sosial Dalam Pembelajaran Daring Berdasarkan Sudut Pandang Pembelajar Pendidikan Terbuka Dan Jarak Jauh. *Jurnal Pendidikan Terbuka Dan Jarak Jauh*, 19(1), 19–30. <https://doi.org/10.33830/ptjj.v19i1.310.2018>

Bagian 3

Deskripsi Kemampuan Argumentasi Digital dalam Pembelajaran Daring pada Mahasiswa Biologi di Masa Pandemi Covid-19

Dr. Marheny Lukitasari, M.Pd

Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas PGRI Madiun

Email: marheny@unipma.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian adalah untuk mendeskripsikan kemampuan argumentasi digital/ digital argumentasi (DA) serta pelaksanaan pembelajaran Daring di UNIPMA dalam pembelajaran daring selama masa Pandemi COVID-19. Sumber data adalah hasil DA mahasiswa program studi pendidikan Biologi pada mata kuliah Biologi Sel dan Taksonomi Tumbuhan Rendah dalam pembelajaran daring di platform e-learning UNIPMA (eLMA). Pengukuran DA didasarkan pada 6 indikator yaitu 1) penyampaian argumentasi, 2) bukti penguat argumen, 3) hubungan antara argumen dan bukti, 4) kualitas argumen, 5) argumen sanggahan dan 6) kondisi berpikir logis mahasiswa, yang tertuang dalam instrument *self assessment of digital argumentation* (SADA). Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif berdasarkan DA yang ada dalam eLMA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa merasakan tingkat kesulitan berbeda selama mengerjakan DA. Pelaksanaan pembelajaran daring dilakukan dengan menggunakan media yang beragam, namun focus tetap ditekankan pada penggunaan *learning management system* (LMS) UNIPMA.

Kata kunci: Argumentasi digital, pembelajaran daring

Pendahuluan

Pandemi COVID-19 yang melanda dunia termasuk Indonesia membawa banyak perubahan dalam semua tatanan termasuk Pendidikan. Pemerintah Indonesia memberlakukan *stay at home* (tinggal di rumah) dengan tiga konsekuensi yaitu: bekerja dari rumah, beribadah di rumah dan belajar di rumah. Kondisi tersebut disikapi oleh Menteri Pendidikan dengan menerapkan serta mengoptimalkan pembelajaran daring dengan platform yang sesuai. Menindaklanjuti surat edaran Menteri Pendidikan dan Kebudayaan, No: 36962/MPK.A/HK/2020, tentang Pembelajaran Secara Daring dan Bekerja dari Rumah dalam Rangka Pencegahan Penyebaran COVID-19, UNIPMA menyelenggarakan Tri Dharma Perguruan Tinggi dengan menyesuaikan diktum-diktum dalam Surat Edaran tersebut. Pelaksanaan pembelajaran daring menjadi trend di dunia pendidikan seiring semakin majunya perkembangan teknologi dan dipergunakannya teknologi, informasi dan komunikasi (TIK) sebagai imbas dari revolusi industry 4.0. Penggunaan TIK dalam pembelajaran sekaligus sebagai penanda bergeraknya dunia pendidikan tradisional menjadi lebih maju dan modern (Ghavifekr & Rosdy, 2015).

Pelaksanaan pembelajaran berbasis TIK dipercaya mampu meningkatkan efektifitas dan efisiensi kegiatan pembelajaran. Terdapat beberapa teknik yang bisa diterapkan misalnya adalah *blended learning* (BL) dan atau dengan *flipped classroom*. Penerapan BL dalam kegiatan pembelajaran memberikan pilihan kepada mahasiswa untuk dapat mengikuti kelas online maupun offline berdasarkan tujuannya. Kondisi ini menjadikan BL memiliki kelebihan dalam hal pemilihan waktu, kebermaknaan proses pembelajaran, peningkatan kompetensi dan hasil pembelajaran yang diinginkan (Owston, 2018). Oleh karena itu pelaksanaan BL dapat didesain sekaligus dengan *flipped classroom* melalui pertimbangan waktu kapan pelaksanaan online dan offline dilaksanakan berdasarkan kesepakatan dengan mahasiswa dengan mempertimbangkan materi yang disampaikan (Herlindayana, Sahlan, & Albert, 2017).

Implementasi pembelajaran daring tidak sekedar memindah proses pembelajaran tatap muka untuk kemudian diubah secara online. Terdapat beberapa perbedaan yang esensial seperti saat mahasiswa menyampaikan argumentasi dalam proses diskusi. Saat pembelajaran tatap muka maka penyampaian argumentasi dilakukan secara langsung di depan kelas dan kemudian mahasiswa lain dapat menyampaikan tanggapan atau saran. Proses interaksi langsung ini memiliki kelebihan dan kelemahan yang terkait langsung dengan karakter dan motivasi mahasiswa. Tidak mustahil apabila kemudian penyampaian argumentasi didominasi oleh mahasiswa yang memiliki kelebihan secara akademik dan rasa percaya diri. Kondisi ini berbeda apabila penyampaian argumentasi dilakukan secara daring dalam platform pembelajaran yang disepakati. Mahasiswa menyampaikan argumentasi dalam bentuk tulisan dalam forum *chatting* yang disediakan, sebagai pengganti kegiatan tatap muka. Dalam kondisi ini maka mau tidak mau mahasiswa akan menyampaikan pendapatnya untuk menunjukkan kehadirannya dalam forum online yang disepakati.

Melatih kemampuan argumentasi merupakan hal penting dan perlu diperhatikan dalam kegiatan pembelajaran di perguruan tinggi, termasuk di program studi pendidikan Biologi. Selama masa pandemi maka materi-materi perkuliahan Biologi disampaikan secara daring dalam beberapa jenis platform pembelajaran daring seperti *whatsap*, *facebook*, *googleclassroom*, atau berbasis *learning manajemen system* (LMS). Universitas PGRI Madiun (UNIPMA) sudah memiliki LMS yang diberi nama e-learning UNIPMA (eLMA), yang juga dipergunakan untuk menunjang kegiatan pembelajaran daring selama masa pandemi COVID-19. Dalam pelaksanaannya eLMA memiliki menu-menu yang mampu mendukung pembelajaran daring secara optimal. Dalam salah satu menu yaitu forum yang dilakukan dengan *chatting* langsung dapat didesain dan dilakukan diskusi sesuai materi yang dibahas. Fasilitas tersebut memungkinkan argumen yang disampaikan oleh mahasiswa dalam bentuk digital dapat terekam dengan baik

sekaligus dipelajari oleh mahasiswa yang lainnya. *Digital argumentation* (DA) yang disampaikan dalam perkuliahan Biologi secara daring tersebut dapat menjadi ukuran bagaimana proses berpikir dan kemampuan mahasiswa terkait materi yang dibahas.

Penyampaian argumentasi yang berkualitas mencerminkan kondisi dan posisi berpikir mahasiswa. Indikator argumentasi berkualitas antara lain adalah kesesuaian argumen dengan tema, disampaikannya argumen penyanggah (mendukung argumen awal atau bahkan menolak argumen) dan terdapat bukti pendukung penguat argumen yang disampaikan (Bulgren, Ellis, & Marquis, 2014). Seiring perkembangan teknologi maka penyampaian argumen juga berkembang menjadi bentuk digital atau DA. Sebagai bentuk evaluasi pembelajaran maka DA yang disampaikan mahasiswa saat proses diskusi dapat dijadikan sebagai salah satu sumber data. Permasalahannya adalah bagaimana DA tersebut dapat menggambarkan kemampuan mahasiswa dalam menyerap dan mempelajari materi dengan baik perlu untuk ditinjau lebih jauh. Berdasarkan paparan yang disampaikan maka tujuan penelitian adalah sebagai berikut: (1) Mendeskripsikan kemampuan argumentasi digital dalam pembelajaran daring selama masa Pandemi COVID-19, (2) Mendeskripsikan pelaksanaan pembelajaran daring di UNIPMA selama masa Pandemi COVID-19.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan secara deskriptif kualitatif berdasarkan hasil DA mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi yang terekam dalam eLMA. Sumber data adalah hasil DA mahasiswa program studi pendidikan Biologi pada dua mata kuliah yaitu Biologi Sel dan Taksonomi Tumbuhan Rendah yang mengikuti pembelajaran daring di platform eLMA. Kegiatan pembelajaran daring dilakukan sejak awal semester (maret) hingga akhir semester (Juli) semester genap tahun akademik 2019/ 2020. Pengukuran indikator DA didasarkan pada 6 indikator yaitu 1) penyampaian argumentasi (kode: C), 2) bukti untuk penguat argumen (Kode: B), 3) hubungan antara argumen dan bukti (Kode:

N), 4) kualitas argumen (Kode: K), 5) argumen sanggahan (Kode: S) dan 6) kondisi berpikir logis mahasiswa (Kode: L). Indikator tersebut tertuang dalam instrument *self assessment of digital argumentation* (SADA) yang dikembangkan peneliti. Pengukuran pelaksanaan pembelajaran daring dengan menggunakan kuisioner berbasis googleform yang disebarakan kepada dosen dan mahasiswa. Populasi adalah 4500 sivitas akademika dengan jumlah sampel 901 orang yang diambil secara random sampling dari populasi. Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif berdasarkan DA yang ada dalam eLMA dan hasil pengisian goggleform penggunaan media pembelajaran daring.

Pembahasan

Penelitian ini meninjau kemampuan penyampaian DA mahasiswa dari program studi pendidikan Biologi dalam proses pembelajaran daring dengan mempergunakan eLMA. Terdapat dua mata kuliah yang dilaksanakan secara daring yaitu Biologi Sel dan Taksonomi Tumbuhan Rendah. Hasil penelitian bisa disampaikan sebagai berikut.

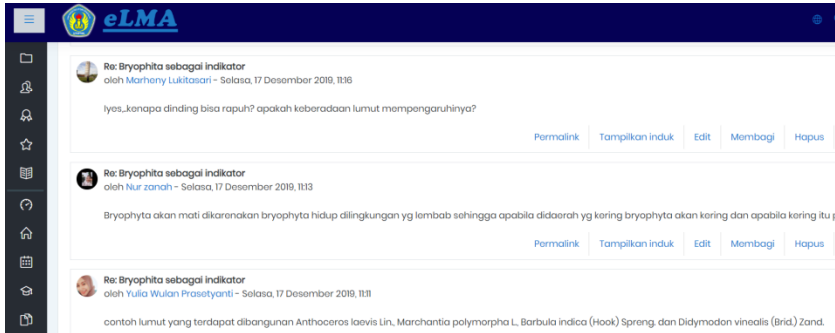
1. Kemampuan argumentasi digital/ *digital argumentation* (DA) dalam pembelajaran daring selama masa Pandemi COVID-19

DA merupakan kemampuan yang bisa dilatihkan kepada mahasiswa khususnya dalam pelaksanaan pembelajaran daring. Selama satu semester menggunakan pembelajaran daring dengan eLMA dalam dua mata kuliah yaitu Biologi Sel dan Taksonomi Tumbuhan Rendah. Mahasiswa menyampaikan DA dalam forum chat yang ada dalam menu eLMA yang topik diskusi bisa dilakukan oleh dosen maupun oleh mahasiswa sesuai kesepakatan. Penilaian DA didasarkan pada 6 indikator yang kemudian diklasifikasikan berdasarkan jawaban dari responden. Hasil tersebut disampaikan dalam Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1. Kesulitan Yang dialami Mahasiswa Saat Menyampaikan DA Di Pembelajaran Daring Berdasarkan SADA

Tingkat Kesulitan DA			
Indikator	Tinggi	Sedang	Rendah
Argumen	C1, C2, C3		
Bukti penguat argumen	B4, B5, B6		
Keterkaitan bukti dengan argumen	N9		N7, N8
Kualitas argumen	K12	K11	K10
Argumen sanggahan	S13, S14, S15		
Berpikir logis	L16	L17	L18

Tabel 3.1 menunjukkan bahwa terdapat hal-hal yang ditemui saat mereka menyampaikan DA, mulai dari keharusan menyampaikan DA serta kesulitan yang dialami. Mahasiswa merasa bahwa penyampaian argumen (Kode C) dan keterkaitan bukti dengan argumen (Kode N) yang dirasa lebih mudah bagi mahasiswa. Kondisi yang dirasakan mahasiswa tersebut dapat dikatakan sebagai sesuatu yang wajar, karena penyampaian argumen dalam platform digital merupakan kewajiban dan bukti kehadiran mereka di kelas virtual yang disepakati. Dalam hal ini berarti mau tidak mau mahasiswa merasa perlu menyampaikan argumentasi meskipun mereka belum mempelajari materi dengan baik sebelumnya. Bagaimanapun perilaku mahasiswa tersebut bisa disebabkan karena karakter mahasiswa untuk selalu menunggu instruksi yang disampaikan pengajar atau dalam hal ini adalah dosen (Lam, Hew, & Chiu, 2018). Kemungkinan lainnya adalah sifat kehati-hatian mahasiswa dalam menyampaikan argumentasi sehingga terkesan keaktifan mereka perlu untuk ditingkatkan. Hasil argumentasi digital yang disampaikan oleh mahasiswa dalam pembelajaran daring tampak seperti Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1. Contoh DA yang Disampaikan Mahasiswa Dalam Forum Diskusi Online pada Platform eLMA

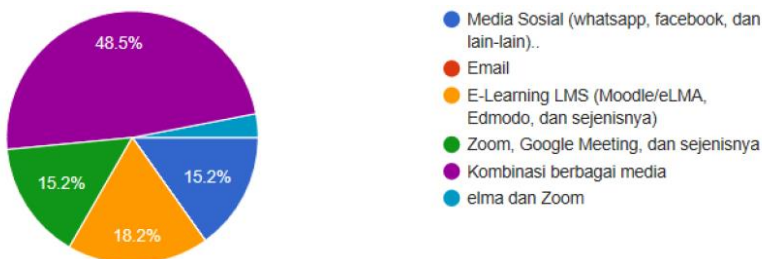
Gambar 3.1 menunjukkan mahasiswa menyampaikan argumentasi berdasarkan materi yang didiskusikan sesuai mata kuliahnya. Dalam salah satu materi tumbuhan rendah pokok bahasannya adalah lumut. Dosen menyampaikan satu tema diskusi terkait kemampuan lumut sebagai indikator pencemaran lingkungan untuk didiskusikan. Dalam kegiatan melalui forum diskusi online semua mahasiswa menyampaikan DAny berdasar pemahaman awal dari materi yang sudah dipelajari sebelumnya. DA yang masuk rata-rata menyatakan bahwa lumut memang memiliki kemampuan sebagai bioindikator pencemaran lingkungan (Nurjanah et al., 2003). Hal ini menunjukkan mahasiswa memiliki persiapan yang cukup baik untuk melakukan diskusi secara online. Persentase penyampaian argumentasi menurun saat mahasiswa diminta menunjukkan bukti serta argumen sanggahan dari argumen utama yang disampaikan. Kondisi berbeda tampak pada item pertanyaan terkait menyampaikan bukti penguat argumen (Kode B) dan penyampaian argumen sanggahan (Kode S) yang merupakan bagian sulit untuk dilakukan. Ada kecenderungan bahwa mahasiswa menyampaikan argumen tanpa bukti namun hanya mengandalkan dari materi yang disampaikan dosen dan kemudian dipelajari. Mahasiswa belum memiliki inisiatif untuk mencari sumber atau bahan pengaya terkait materi yang dibahas secara daring. Meskipun demikian beberapa mahasiswa sudah berusaha menyampaikan bukti dengan menunjukkan link sumber bacaan atau gambar pendukung seperti Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2. Bukti Berupa Foto Lumut Antocherotales yang Ditunjukkan sebagai Penguat Argumentasi yang Disampaikan

2. Pelaksanaan Pembelajaran Daring di UNIPMA selama masa Pandemi COVID-19

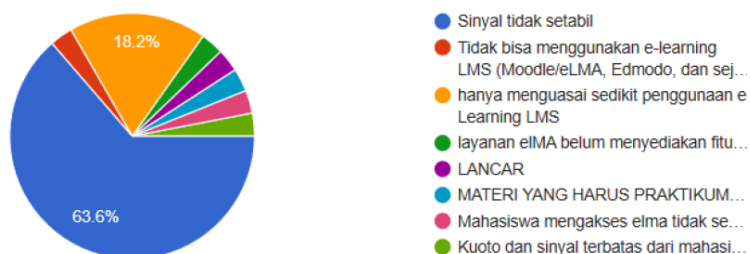
Pembelajaran daring yang dilaksanakan di UNIPMA sudah dilaksanakan aktif sejak awal tahun 2019 dan menjadi lebih efektif dipergunakan sejak COVID-19. Dosen menggunakan beberapa platform, namun dorongan menggunakan LMS eLMA diupayakan menjadi prioritas utama pembelajarn daring yang dilaksanakan. Hasil pembelajaran daring dan platform yang dipergunakan dapat dicermati dari Gambar 3.3 berikut.



(Sumber: Tim pelaporan Kegiatan UNIPMA Masa Pandemi COVID-19)

Gambar 3.3. Platform Yang Dipergunakan Dosen dalam Pembelajaran Daring Selama Masa Pandemi Covid 2019

Gambar 3.3 menunjukkan bahwa 48,5% dosen menggunakan media beragam dalam melaksanakan pembelajaran daring. Penggunaan media social dianggap lebih mudah dan praktis dipergunakan meskipun memiliki kelemahan dalam hal penyimpanan dokumen pembelajaran. Sedangkan permasalahan yang ditemui dosen saat pelaksanaan pembelajaran dapat dicermati sebagai berikut:



(Sumber: Tim pelaporan Kegiatan UNIPMA Masa Pandemi COVID-19)

Gambar 3.4. Kendala Yang Dialami Dosen Saat Melaksanakan Pembelajaran Secara Daring

Gambar 3.4 menunjukkan kendala yang dihadapi dosen saat melaksanakan pembelajaran daring. 63,6% menyatakan bahwa sinyal menjadi kendala utama. Dari sisi sarana prasarana, maka pelaksanaan pembelajaran daring memang membutuhkan dukungan peralatan yang relative canggih. Dengan kondisi dan latar belakang beragam maka kondisi pemenuhan sarana prasaran tersebut menjadi kendala tersendiri bagi sivitas akademika.

Simpulan

Digital argumentasi (DA) menjadi salah satu indikator penting yang dapat diamati saat pembelajaran daring dilaksanakan. Dalam pelaksanaannya mahasiswa mampu mencermati kondisi DA yang disampaikan dalam platform eLMA melalui pengisian SADA. Sebagian besar sudah menyampaikan argumentasi dalam forum chatting namun mengalami kesulitan saat harus menunjukkan bukti penguat argumen awal yang disampaikan. Kesulitan berikutnya adalah saat mereka perlu

menyampaikan argumen sanggahan untuk memperkaya pemahaman terkait materi yang dibahas. Pelaksanaan pembelajaran saring lebih banyak menggunakan media social dengan alasan lebih praktis dan familiar dipergunakan. Kelemahan media sosial adalah rekam dokumentasi terhadap proses pembelajaran daring yang dilaksanakan tidak akan terpantau dengan baik.

Referensi

- Bulgren, J. A., Ellis, J. D., & Marquis, J. G. (2014). The Use and Effectiveness of an Argumentation and Evaluation Intervention in Science Classes. *Journal of Science Education and Technology*, 23(1), 82-97. <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9452-x>
- Ghavifekr, S., & Rosdy, W. A. W. (2015). Teaching and Learning with Technology: Effectiveness of ICT Integration in Schools. *International Journal of Research in Education and Science*, 1(2), 175. <https://doi.org/10.21890/ijres.23596>
- Herlindayana, Sahlan, & Albert. (2017). The Effect Of Flipped Classroom On Students ' Reading Comprehension. *Journal of Language Education and Educational Technology*, 2(1), 1-16.
- Lam, Y. W., Hew, K. F., & Chiu, K. F. (2018). Improving argumentative writing: Effects of a blended learning approach and gamification. *Language Learning and Technology*, 22(1), 97-118.
- Nurjanah, S., Anitasari, Y., Mubaidullah, S., Bashri, A., Prodi, M. S., Biologi, P., ... Prodi, S. P. (2003). *Keragaman Dan Kemampuan Lichen Menyerap Air Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara Di Kediri*.
- Owston, R. (2018). Empowering learners through blended learning. *International Journal on E-Learning*, 17 (1), 65-83.

Bagian 4

Pembelajaran Berbasis Proyek STEM

Tantri Mayasari

Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas PGRI Madiun

email:bu_tantri@yahoo.co.id

Abstrak

Pandemi COVID-19 telah menyebabkan perubahan gaya belajar, termasuk gaya belajar IPA. Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk pembelajaran IPA selama masa pandemi yaitu pembelajaran berbasis proyek STEM. Pembelajaran STEM mengintegrasikan keempat bidang ilmu sains, teknologi, engineering, dan matematika dalam satu pengalaman belajar peserta didik. Terdapat dua proses yang harus ada dalam pembelajaran STEM, yaitu proses sains dan proses desain *engineering*. Karakteristik pembelajaran berbasis proyek STEM antara lain, berbasis masalah, berpusat pada peserta didik, integrasi empat bidang ilmu STEM, mandiri, serta bahan ajar dan sumber belajar dari lingkungan.

Kata Kunci: *Pandemi COVID-19, STEM, gaya belajar, Pembelajaran Berbasis Proyek*

Pendahuluan

Saat ini seluruh dunia sedang dilanda wabah COVID-19. Pandemi COVID-19 telah menyebabkan perubahan situasi kehidupan manusia dalam segala bidang termasuk dalam bidang pendidikan. UNESCO memperkirakan hampir 91% peserta didik yang menempuh pendidikan formal terganggu dalam proses belajar mengajar. Di Indonesia, Pemerintah telah mengalihkan kegiatan belajar mengajar dengan cara tatap muka di sekolah menjadi belajar dengan sistem daring sejak tanggal 16 Maret 2020 dengan istilah *Learning From Home* (LFH). Perubahan sistem pembelajaran selama masa pandemi mengharuskan guru dan dosen melakukan berbagai penelitian dan saling bertukar informasi untuk mendapatkan desain pembelajaran yang sesuai untuk LFH.

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang biasa dilakukan dengan tatap muka di kelas atau di laboratorium harus berubah ketika LFH. Permasalahan yang dihadapi dalam pembelajaran IPA selama LFH antara lain: 1) Guru masih kebingungan untuk mendesain pembelajaran yang paling cocok untuk pembelajaran IPA selama LFH, 2) Mencari pengganti kegiatan praktikum yang biasa dilakukan di laboratorium selama LFH, 3) Melatihkan sikap ilmiah dan karakter dalam LFH, 4) membuat pembelajaran IPA yang dekat dengan keseharian peserta didik selama *stay at home* dengan mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu.

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk pembelajaran IPA selama LFH yaitu pembelajaran dengan pendekatan Sains, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) berbasis proyek. Pembelajaran ini dapat dilakukan di mana saja, di kelas, di sekolah, di rumah, ataupun di alam terbuka sehingga tidak terikat dengan tempat. Pelaksanaan pembelajaran dapat menyesuaikan dengan waktu yang dimiliki oleh peserta didik selama *stay at home*, namun tetap harus disepakati durasi pelaksanaan proyek serta batas akhir penyerahan hasil kerja proyek. Pembelajaran STEM PjBL juga mampu melatih sikap ilmiah dan karakter peserta didik (Mayasari, Susilowati, & Winarno, 2019). Materi tentang STEM sangat dekat dengan kehidupan kita dan bisa ditemukan dalam berbagai situasi di kehidupan sehari-hari. Bila guru mampu memandu peserta didik untuk memaknai STEM selama di rumah, maka peserta didik menjadi melek STEM, kemudian menggunakan literasi STEM untuk belajar terus menerus dalam usaha memenuhi kebutuhan sosial ekonomi dan personal.

Pembelajaran dengan pendekatan STEM merupakan salah satu jenis pengembangan pembelajaran terintegrasi yang mengombinasikan kurikulum, integrasi konten, dan aktivitas pembelajaran pada bidang *science, technology, engineering*, dan *mathematics*. Teori belajar yang melandasi model pembelajaran berbasis proyek STEM adalah konstruktivisme yang mengutamakan konstruksi pengetahuan secara aktif oleh peserta didik dari pengalaman yang mereka miliki.

Pembahasan

A. Sejarah STEM

STEM bermula sekitar tahun 1990-an, berbagai negara maju di dunia seperti Amerika, Inggris, dan negara-negara lain di Eropa merasakan bahwa peserta didik tidak tertarik untuk melanjutkan pendidikan atau bekerja pada bidang STEM. Ketertarikan peserta didik pada bidang STEM beberapa dekade ini semakin berkurang. Hal ini mengakibatkan berkurangnya tenaga pada bidang STEM. Bahkan untuk saat ini, pengusaha mengalami kesulitan untuk memenuhi kebutuhan karyawan perusahaan yang terqualifikasi pada bidang STEM. Padahal pekerjaan pada bidang STEM memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap kemampuan suatu bangsa untuk berinovasi dan bersaing pada abad 21. Menyadari hal tersebut, berbagai proyek dengan dana yang cukup besar diluncurkan untuk meningkatkan pendidikan pada bidang STEM.

National Science Foundation (NSF) membuat akronim untuk *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Akronim pertama yang diusulkan adalah SMET, namun memiliki pemahaman yang negatif karena kadang dapat dipelesetkan dengan *smut* (kata-kata kasar/jorok). Kemudian diskusi dilanjutkan dan didapatkan usulan METS, namun pada pecinta baseball kurang setuju karena itu merupakan perkumpulan tim nasional baseball di New York. Akhirnya disepakati bersama akan membuat akronim STEM (Bybee, 2013).

B. Pembelajaran STEM

Pembelajaran STEM merupakan integrasi dari keempat bidang ilmu yaitu Sains, Teknologi, Enjineri (rekayasa), dan Matematika yang dikemas dalam pembelajaran. Berikut ini penjelasan untuk masing-masing bidang ilmu yang digunakan dalam STEM.

1. **Science (S)**

Hakikat sains menurut (Rutherford & Ahlgren, 1990):

- a. Sains menganggap benda-benda dan kejadian-kejadian alam terjadi dengan memiliki pola yang tetap yang dapat dibuktikan dengan serangkaian penyelidikan empiris.
- b. Sains juga menganggap bahwa alam merupakan sistem tunggal yaitu peraturan dasarnya berlaku sama dimana saja.
Pengetahuan yang diperoleh dari mempelajari satu bagian dari alam dapat diaplikasikan untuk bagian lainnya. Contoh, pergerakan bulan dan planet-planet prinsipnya sama dengan pergerakan partikel nuklir terkecil.
- c. Sains merupakan suatu proses untuk menghasilkan pengetahuan. Proses tergantung pada pengamatan fenomena secara cermat dan pada penemuan teori untuk memaknai pengamatan tersebut. Pengetahuan bisa berubah (*tentative*), karena pengamatan yang baru dapat berlawanan dengan teori yang sudah ada. Perubahan/modifikasi teori lama menjadi teori baru mungkin saja terjadi, ketika hasil observasi menunjukkan hasil yang berbeda. Contoh, Albert Einstein tidak membuang hukum-hukum Newton dalam teori relativitas, namun hukum tersebut aplikasinya terbatas.

Kedudukan pembelajaran sains dalam STEM yaitu menekankan pada proses sains yang terdiri atas lima tahapan yaitu: a) mengajukan pertanyaan atau melakukan observasi, b) membuat dugaan sementara (hipotesis), c) mengeksplorasi sumber untuk membuktikan hipotesis, d) melakukan tes atau eksperimen, dan e) mengkomunikasikan. Keterampilan proses sains penting untuk dimiliki siswa untuk menumbuhkan karakter yang mendukung seperti karakter jujur, disiplin, membuat pernyataan berdasarkan fakta, serta bertanggung jawab.

2. **Technology (T)**

Masyarakat memanfaatkan teknologi dalam kehidupan sehari-hari untuk memberikan kemudahan dalam menjalani kegiatan sehari-hari. Menurut ITEA (2000), teknologi adalah bagaimana orang memodifikasi alam sesuai dengan tujuan mereka.

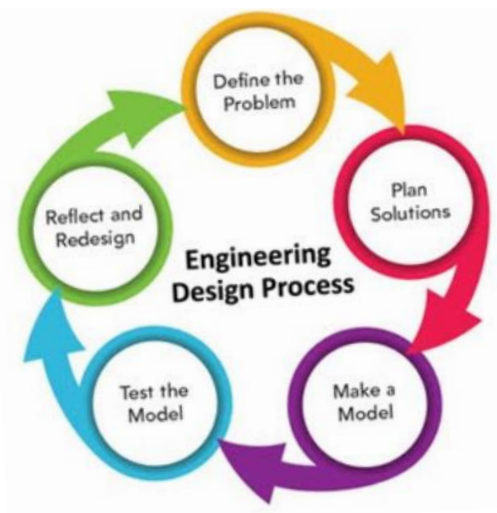
Kata teknologi bermula dari kata Yunani *techne*, yang memiliki arti seni, atau kecerdasan. Teknologi secara harfiah memiliki arti tindakan untuk membuat atau menyusun kerajinan. ITEA juga merumuskan pengertian teknologi secara lebih umum yaitu sekumpulan sistem dan ilmu yang digunakan oleh manusia untuk memfasilitasi dan meningkatkan kemampuan manusia serta digunakan untuk memudahkan kehidupan manusia. Dalam pengertian yang lebih luas, teknologi digunakan untuk mengubah dunia menjadi lebih baik buat penghuninya. Perubahan-perubahan tersebut erat hubungannya dengan kebutuhan hidup, seperti; makanan, tempat tinggal, keamanan serta aspirasi manusia, seperti; pengetahuan, seni atau pengawasan. Dugger & William, E. (2000) menyatakan bahwa teknologi bersangkutan dengan apakah bisa (dirancang, dibuat, dan dikembangkan) sesuatu yang berasal dari materi alam untuk memuaskan kebutuhan dan keinginan manusia.

3. *Engineering* (E)

Engineering biasa didefinisikan dengan aplikasi dari sains dan matematika (Smith, 1988). Opini populer yang lainnya mendefinisikan *engineering* sebagai desain. Laporan dari *National Science Foundation Workshop* (Hancock & Chairman, 1986) menyatakan: Desain merupakan esensi utama dari *engineering*; dimulai dengan identifikasi kebutuhan dan berakhir dengan produk atau sistem di yang dapat digunakan oleh pengguna. *Engineering* lebih berkaitan dengan sintesis daripada analisis dengan menitik beratkan pada ilmu teknik. Desain merupakan puncaknya, hal ini yang membedakan *engineering* dengan sains.

Dugger & William, E. (2010) mendefinisikan *engineering* sebagai suatu aktivitas kegiatan/pekerjaan dimana pengetahuan matematika dan sains, pengalaman, dan latihan yang dibutuhkan untuk mengembangkan langkah untuk memakai bahan secara ekonomis, dan memberi manfaat bagi kehidupan manusia. Terdapat hubungan yang kuat antara bidang studi teknologi dan *engineering*.

Dalam enjinereng terdapat sebuah proses untuk menghasilkan sebuah produk baru yang disebut *Engineering Design Process* (EDP) yang terdiri atas lima langkah (EiE, 2019). Kelima langkah EDP yaitu menentukan masalah, merencanakan solusi, membuat model/desain, melakukan tes terhadap model yang telah dibuat, dan terakhir melakukan refleksi dan redesign. Kelima langkah ini dilakukan menyerupai sebuah siklus dan siklus tersebut berulang sampai didapatkan sebuah produk yang baik.



Gambar 4.1 *Engineering Design Process* (EDP)

Sumber: <https://sites.google.com/site/stemportfolio2014/design-process>

Salah satu karakteristik pembelajaran STEM yaitu dalam pembelajarannya terdapat kegiatan yang mencakup proses sains dan proses *engineering*. Next Generation Standart, 2013 menyarankan minimal terdapat delapan praktek sains dan engineering seperti disajikan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Praktek Sains dan *Engineering*

4. Mathematics (M)

Sejak kita masih kecil, kita sudah mengenal istilah matematika. Menurut (Ruseffendi, 1980), asal kata matematika dari bahasa Yunani Kuno “*manthanein*” atau “*mathema*” yang memiliki arti pengkajian, pembelajaran atau mengkaji sesuatu untuk dipelajari. Berbeda dengan sains, matematika lebih fokus pada kegiatan yang melibatkan pikiran atau penalaran, sedangkan bidang

sains lebih fokus pada hasil pengamatan dan penelitian. Matematikawan menggunakan penalaran atau logika dengan merangkai atau menggunakan berbagai pola, dianalisis sehingga membentuk konsep-konsep matematika dengan menggunakan bahasa matematis sehingga dapat dimanfaatkan oleh berbagai bidang ilmu lain seperti sains, kedokteran, ilmu sosial, ekonomi, dll.

C. Karakteristik Pembelajaran Berbasis Proyek STEM

Karakteristik pembelajaran berbasis proyek STEM dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Karakteristik Pembelajaran Berbasis Proyek STEM

No	Karakteristik	Praktik	Keterampilan yang dilatihkan
1	Aktivitas pembelajaran ditekankan pada aktivitas peserta didik (<i>student centered</i>)	permasalahan diangkat berdasarkan realita di kehidupan sehari-hari dan sesuai dengan minat peserta didik. Peserta didik bertanggung jawab pada proyeknya untuk mencari, menemukan sumber informasi pengetahuan, dan memecahkan permasalahan pada tema energi terbarukan tenaga matahari.	Pemecahan masalah, kreativitas berpikir, literasi STEM.
2	Berbasis masalah	Peserta didik mengamati lingkungan sekitar tempat tinggal mereka dan mengidentifikasi permasalahan yang berkaitan dengan energi. Selanjutnya dari permasalahan tersebut peserta didik mencari sekaligus belajar konsep pengetahuan yang tepat untuk memecahkan permasalahan.	Keterampilan memecahkan masalah, mendapatkan informasi pada konteks yang diperlukan peserta didik (<i>meaningful context</i>)
3	Interdisipliner	Mengintegrasikan bidang ilmu <i>science, technology, engineering</i> , dan <i>mathematics</i> untuk menyelesaikan proyek yang dipilih. Melalui pendekatan interdisipliner, peserta didik mampu mengatasi permasalahan yang kompleks	Literasi STEM

No	Karakteristik	Praktik	Keterampilan yang dilatihkan
4	Konstruktivisme	Skenario pembelajarannya mencakup permasalahan yang berkaitan yang ada di sekitar peserta didik. Peserta didik perlu mengingat kembali pengetahuan awal yang telah dipelajarinya. Peserta didik harus fokus pada pengetahuan awal, menguji asumsi mereka, strategi belajar sebelumnya, dan semua fakta-fakta yang dilihat sekarang	Belajar terjadi bila terdapat konflik kognitif antara yang baru dipelajari dengan yang telah lama dipelajarinya. Peserta didik mengkonstruksi pengetahuannya sendiri.
5	Spesifik konteks	Memilih permasalahan nyata untuk mencapai tujuan pembelajaran. Konten pembelajaran yang diberikan berdasarkan situasi kehidupan nyata. Proyek yang dipilih peserta didik antara lain: pengering padi tenaga surya, penjernih air tenaga surya, mesin pendingin tenaga surya, rumah hemat energi, oven surya, pengering kerupuk tenaga surya, <i>light trap</i> tenaga surya	Seluruh informasi yang berkaitan dengan konteks khusus akan menghasilkan belajar yang mendalam sehingga dapat diingat dalam jangka waktu lama.
6	<i>Interdependent</i> dan kolaboratif	Peserta didik bekerja secara berkelompok dengan masing-masing kelompok terdiri atas empat orang. Pada tahap identifikasi masalah, eksplorasi, dan <i>ideate</i> peserta didik mencari dan mengemukakan terlebih dahulu ide mereka masing-masing (individu), dilanjutkan dengan diskusi kelompok.	Toleransi, keterampilan bekerja sama dalam kelompok, keterampilan berkomunikasi
7	Autentik asesmen	Penilaian terhadap kemampuan peserta didik dalam situasi nyata (<i>real life situations</i>)	Kreativitas, literasi STEM, dan penguasaan konsep
8	Bahan ajar dan sumber	Mencari informasi dari sumber asli atau berbagai sumber lainnya:	<i>Learning how to learn</i>

No	Karakteristik	Praktik	Keterampilan yang dilatihkan
	belajar dari lingkungan	wawancara, fakta-fakta, internet, buku, dll. Pembelajaran menjadi lebih bermakna bila peserta didik mencari dan memperoleh informasi dari berbagai sumber untuk memecahkan permasalahan dalam situasi nyata.	

D. Tahapan Pembelajaran Berbasis Proyek STEM

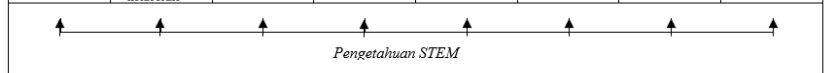
Model PjBL STEM memiliki delapan langkah pembelajaran. Kedelapan langkah tersebut yaitu identifikasi masalah, eksplorasi, *ideate*, analisis ide, membuat desain, membuat prototipe, pengujian dan pengambilan data, serta komunikasi dan refleksi (Mayasari, Susilowati, & Winarno, 2019). Tahapan pembelajaran berbasis proyek STEM secara umum disajikan pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

Tabel 2 Pengembangan tahapan pembelajaran berbasis proyek termodifikasi yang digunakan pada penelitian

Sintaks Konstruktivis Driver (1988)	Tahapan (Uji Coba)	Tahapan yang digunakan saat implementasi penelitian	
		Tahapan	Deskripsi
Orientasi	Mengungkapkan masalah	Identifikasi masalah	Melalui kegiatan yang bersifat mandiri dan berkelompok, peserta didik mengidentifikasi permasalahan yang berkaitan dengan energi di sekitar tempat tinggal peserta didik
		Eksplorasi	Melalui kegiatan kolaborasi dalam kelompok, peserta didik mengeksplor ruang lingkup permasalahan, serta mendalaminya untuk menemukan solusi dari permasalahan yang telah diidentifikasi tersebut

Sintaks Konstruk tivis Driver (1988)	Tahapan (Uji Coba)	Tahapan yang digunakan saat implementasi penelitian	
		Tahapan	Deskripsi
Pengungkap an ide	Mengungkap kan ide	<i>Ideate</i>	Peserta didik secara berkelompok membuat ide dengan <i>brainstorming</i> untuk menghasilkan banyak solusi
Restrukturisa si ide	Analisis ide	Analisis ide	Peserta didik menganalisis ide yang dihasilkan dengan mengintegrasikan berbagai ilmu STEM dan memprediksi keuntungan dan kerugian dari ide yang telah dihasilkan
Aplikasi ide	Menyusun perencana an proyek	Membuat desain	Peserta didik merancang desain proyek disertai analisis konstruksi, rincian alat, bahan, biaya, serta langkah-langkah pembuatan
	Monitoring	Membuat prototipe	Peserta didik berkoordinasi untuk mempersiapkan alat dan bahan proyek serta mengerjakan proyek yang telah direncanakan
	Menguji hasil	Pengujian, perbaikan, pengambilan data	Peserta didik melakukan pengujian dan perbaikan dari produk yang telah dihasilkan serta melakukan uji coba agar diperoleh data
Review dan evaluasi	Evaluasi	Komunikasi dan refleksi	Masing-masing kelompok mempresentasikan hasil kerja proyek berdasarkan laporan yang telah disusun dalam pameran

Tabel 4.3 Desain Pembelajaran Berbasis Proyek STEM

Identifikasi masalah	Eksplorasi	Ideate	Analisis Ide	Membuat desain	Membuat prototipe	Pengujian, perbaikan, data	Komunikasi dan refleksi
• Observasi di sekitar lingkungan tempat tinggal • Menentukan permasalahan yang muncul • Identifikasi kendala	• Klarifikasi dan menyatakan kembali tujuan • Memperkaya informasi tentang ruang lingkup masalah dari berbagai sumber (literature, internet, wawancara, dll) • Membangun kolaborasi	• Menyatakan ide-ide untuk solusi permasalahan • Mengembangkan sebuah perencanaan • Membuat desain awal	• Menganalisis desain awal dengan menggunakan pengetahuan STEM • Revisi desain awal	• Menggambar desain kedua • Menafsirkan desain	• Membuat prototipe	• Tes produk jadi • Memeriksa kendala • Perbaikan pengambilan data • Meninjau kembali ke masalah awal	• Pameran • Presentasi • Menunjukkan kelebihan dan kelemahan produk • Merekomendasikan perbaikan
 Pengetahuan STEM							

Tahap pertama identifikasi masalah yang dilaksanakan pada awal pembelajaran. Tahap ini merupakan tahap penting di dalam pembelajaran, karena dengan mengidentifikasi masalah yang tepat maka akan dicapai tujuan dan perencanaan proyek dengan jelas. Pertama, peserta didik dipandu untuk melakukan observasi permasalahan yang terdapat di sekitar rumah mereka masing-masing yang berkaitan dengan energi. Peserta didik melakukan identifikasi masalah dengan batasan masalah yang berkaitan dengan tema materi yang akan dipelajari atau sesuai dengan kompetensi dasar yang sedang dipelajari. Masing-masing anggota kelompok melaporkan hasil identifikasi masalah yang telah mereka peroleh dari hasil observasi di sekitar tempat tinggal mereka masing-masing. Selanjutnya melalui diskusi kelompok dipertimbangkan kendala dan kriteria terhadap masing-masing permasalahan yang berhasil diidentifikasi.

Tahap kedua yaitu eksplorasi. Pada tahap ini peserta didik memfokuskan pada salah satu permasalahan yang dipilih untuk proyek yang akan diselesaikan. Selanjutnya, peserta didik mencari informasi dari berbagai sumber (literatur, internet, wawancara, dll) untuk dapat menyelesaikan permasalahan yang telah ditentukan oleh kelompok. Pada tahap ini perlu juga ditelusuri produk hasil proyek serupa yang telah dibuat oleh orang lain untuk menghindari duplikasi. Perlu juga dipelajari hukum dan prinsip-prinsip sains, bahan-bahan, dan cara pembuatan proyek tersebut.

Tahap ketiga ideate, menekankan pada kelancaran memunculkan ide-ide untuk menyelesaikan permasalahan yang telah dipilih berdasarkan pengetahuan awal yang telah dimiliki peserta didik maupun informasi yang telah diperoleh peserta didik pada tahap eksplorasi. Selain itu, peserta didik mulai menyusun rencana proyek dan membuat desain alat yang memanfaatkan energi terbarukan tenaga matahari. Kreativitas menjadi bagian penting pada tahap ini untuk dapat menghasilkan ide-ide yang baru. Pada tahap ini digunakan teknik *brainstorming* untuk menghasilkan ide-ide yang orisinal dan baru. Setiap anggota kelompok mencatat ide mereka, kemudian menyampaikan ide tersebut dalam diskusi kelompok. Dalam diskusi tersebut telah disepakati bahwa setiap pendapat harus dihargai dan setiap anggota kelompok bebas untuk mengutarakan pendapat tanpa takut disalahkan, ditertawakan, atau dianggap tidak bermutu. Maksud dari kegiatan tersebut agar terbentuk suasana lingkungan yang mendukung kreativitas.

Tahap keempat analisis ide. Tahap ini merupakan fase restrukturisasi ide pada siktaks konstruktivis oleh (Driver, 1988). Tahap keempat didik meninjau kembali rencana model atau desain yang telah mereka buat pada tahap ideate dengan memperhatikan bidang STEM. Rekayasa (*engineering*) merupakan aplikasi dari bidang matematika, sains, dan teknologi. Peserta didik memeriksa kembali apakah desain awal yang telah mereka buat mampu menghasilkan produk yang mampu menjawab permasalahan awal dengan menggunakan prinsip-prinsip pada bidang STEM. Misalkan, meninjau kembali pemilihan bahan-bahan produk yang dipilih, ketersediaannya di daerah tersebut, dan memilih bahan pengganti bila tidak tersedia atau harganya yang lebih mahal.

Tahap kelima yaitu tahap membuat desain. Peserta didik memperbaiki desain awal yang telah mereka buat berdasarkan hasil analisis ide pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini peserta didik mulai membuat perencanaan yang lebih matang untuk melaksanakan pembuatan produk. Peserta didik membuat daftar alat dan bahan yang mereka butuhkan, merencanakan anggaran biaya, tempat belanja, dan pembagian kerja.

Peserta didik selanjutnya bekerja dalam proyek untuk membuat produk pada **tahap keenam yaitu pembuatan prototipe**. Tahap ini merupakan tahap penting karena peserta didik menerapkan dan semua pengetahuan yang telah mereka miliki dan perencanaan serta desain yang telah mereka buat. Pada tahap ini, peserta didik bekerja sama untuk membangun prototipe sesuai dengan model yang telah dirancang dan dianalisis. Peserta didik menggunakan ketiga kemampuan yang menjadi sasaran bidang pendidikan, yaitu aspek kognitif, afektif, dan psikomotor. Ketiga kemampuan tersebut dapat terfasilitasi dengan baik pada tahap keenam dalam pembelajaran ini.

Tahap ketujuh pengujian, perbaikan, dan pengambilan data berisi aktivitas kegiatan peserta didik dalam menguji, mengevaluasi, dan memperbaiki produk jadi yang telah mereka buat. Peserta didik melakukan uji coba dan mengamati apakah terdapat kendala pada produk yang telah mereka buat, melakukan perbaikan agar diperoleh produk yang efektif dan efisien. Selanjutnya, peserta didik melakukan proses pengambilan data pada produk, serta tidak lupa untuk meninjau kembali apakah produk yang telah dibuat mampu mengatasi permasalahan awal yang telah diangkat. Terdapat tujuh prototipe yang telah dihasilkan dari proyek peserta didik. Ketujuh prototipe tersebut mengintegrasikan STEM dan memanfaatkan energi terbarukan tenaga matahari dalam prinsip pembuatannya.

Tahap kedelapan pembelajaran ini adalah **komunikasi dan refleksi**. Pada tahap ini peserta didik memperlihatkan produk mereka dengan sistem seperti pameran produk di sekolah. Tujuan dari tahap ini adalah untuk membagikan pengalaman berharga mereka kepada peserta didik yang lain serta mengasah kemampuan berkomunikasi dan menyampaikan ide. Mereka mempresentasikan proses kinerja dan menunjukkan kelebihan dan kelemahan dari produk yang telah mereka buat, serta memberikan rekomendasi perbaikan apabila akan melaksanakan proyek serupa agar diperoleh produk yang lebih baik lagi.

E. Pembelajaran STEM selama masa pandemi COVID-19

Masa pandemi mengharuskan peserta didik untuk melakukan kegiatan belajar dari rumah masing-masing atau biasa dikenal dengan LfH. Banyak desain pembelajaran yang dijadikan alternatif pembelajaran selama masa covid. Salah satu alternatif yang dapat dicoba adalah Pembelajaran STEM berbasis proyek. Kelebihan pembelajaran ini antara lain:

- 1) pembelajaran yang dapat dilakukan dari rumah peserta didik sehingga tetap memenuhi protokol kesehatan,
- 2) materi pembelajaran diangkat dari masalah yang ada di lingkungan tempat tinggal peserta didik sehingga pembelajaran akan lebih bermakna,
- 3) peserta didik ikut berpartisipasi dalam di lingkungan sosial kemasyarakatan untuk memecahkan masalah dengan menggunakan integrasi bidang STEM,
- 4) melatih tiga kemampuan utama, yaitu kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotor ketika melakukan kerja proyek.

Beberapa tips agar pembelajaran STEM berhasil yaitu:

- 1) integrasi sains, teknologi, *engineering*, dan matematika dalam satu pengalaman belajar,
- 2) memperhatikan karakteristik proses sains dan Engineering Design Process,
- 3) memperhatikan bentuk asesmen yang lebih menekankan pada proses (video, data, analisis, penyajian, dsb),
- 4) menggunakan pembelajaran dengan sistem blended learning dengan guru sebagai fasilitator dan motivator yang selalu memantau perkembangan kinerja proyek peserta didik.

Simpulan

Masa pandemi COVID-19 merubah gaya belajar di berbagai bidang, dalam bidang IPA, pembelajaran berbasis proyek STEM dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif dalam pembelajaran. Karakteristik pembelajaran berbasis proyek STEM antara lain, berbasis masalah, berpusat pada peserta didik, integrasi empat bidang ilmu STEM, mandiri, serta bahan ajar dan sumber belajar dari lingkungan.

Referensi

- Bybee, R. (2013). *STEM Education Challenges and Opportunities*. Virginia: NSTA Press.
- Driver, R. (1988). Changing conceptions. *Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen*, 6(3), 161-198.
- Dugger, & William, E. (2010). *Evolution of STEM in the United States: International Technology and Engineering Association*.
- EiE. (2019). *Engineering is Elementary*. Retrieved from The Engineering Design Process: <https://www.eie.org/overview/engineering-design-process>
- Hancock, J., & Chairman. (1986). *Workshop on undergraduate engineering education*. Washington, DC: National Science Foundation.
- ITEA. (2000). *Standards for technological literacy: student assessment, professional development, and program standard*. Reston: VA.
- Mayasari, T., Susilowati, E., & Winarno, N. (2019). Practicing integrated STEM in renewable energy projects: solar power. *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing.
- Russefendi, E. (1980). *Pengajaran matematika modern: untuk orang tua murid dan SPT / E. T. Ruseffendi*. Bandung.
- Rutherford, F., & Ahlgren. (1990). *Science for All Americans*. New York: Oxford University Press.
- Smith, K. (1988). The nature and development of engineering expertise. *European Journal of Engineering Education*.

Bagian 5

Membelajarkan Matematika pada Anak di Era Pandemi Covid-19

Dr. Sardulo Gembong, M.Pd

*Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas PGRI Madiun
email. gembongretno2@gmail.com*

Abstrak

Membelajarkan matematika pada anak di era kondisi pandemi Covid-19 merupakan hal yang sangat sulit. Hasil survei menunjukkan bahwa pembelajaran daring pada anak belum menunjukkan hal yang positif. Membelajarkan konsep matematika pada anak harus memperhatikan mekanisme tahapan pembentukan pengetahuan matematika yang terjadi pada anak.

Kata Kunci: *Membelajarkan matematika pada anak, pembentukan pengetahuan matematika, tahapan pembentukan skema matematika*

Pendahuluan

Kondisi dunia saat ini sedang mengalami pandemi covid-19. Berdasarkan data UNESCO menunjukkan bahwa 91% siswa di dunia tidak dilakukan pembelajaran di kelas (Sekretariat GTK, 2020). Akibat dari pandemi ini berdampak besar terhadap jalannya proses pembelajaran di sekolah. Diberlakukannya *social distancing* sebagai upaya mencegah penyebaran covid-19, memaksa siswa untuk belajar secara mandiri di rumah.

Sebagai upaya agar pembelajaran tetap berjalan, maka pembelajaran daring seperti *E-Learning*, aplikasi zoom, google meeting, maupun whatsapp dimanfaatkan sebagai alternatif yang mungkin dilakukan untuk proses pembelajaran. Pembelajaran daring yang tidak biasa dilakukan di tingkat sekolah akan berdampak terhadap kualitas pembelajaran. Pembelajaran daring

tidak hanya memiliki kekuatan yang cukup bagus, namun juga memiliki beberapa kelemahan di antaranya: tidak semua siswa memiliki fasilitas untuk pembelajaran daring, tidak semua daerah kekuatan sinyalnya sama, dan tidak semua guru menguasai IT.

Menurut Kusuma & Hamidah (2020) “....bahwa internet akan menjadi suplemen dan komplemen yang menjadikan wakil guru sebagai sumber belajar yang penting di dunia”. Dengan demikian, internet dapat dimanfaatkan untuk pembelajaran daring. Namun, hasil survei yang dilakukan oleh Melina pada bulan April 2020 terhadap beberapa peserta didik di Indonesia menunjukkan bahwa “ model pembelajaran daring di Indonesia kurang efektif dilakukan di tengah pandemi Covid-19”. Namun demikian, pembelajaran harus tetap dijalankan. Hal ini ditegaskan dalam Surat Edaran Mendikbud No. 44 tahun 2020 bahwa proses pembelajaran harus tetap berjalan walaupun dalam kondisi pandemi Covid-19. Berkaitan dengan hasil survei tersebut dan surat edaran di atas, perlu dipikirkan bagaimana mengatasi kelemahan-kelemahan dalam pembelajaran daring di era pandemi Covid 19.

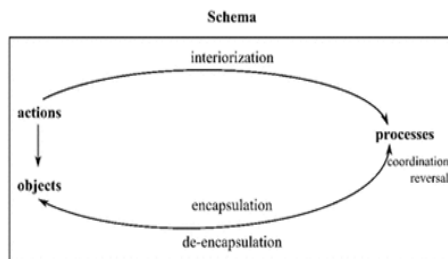
Belajar dapat diartikan sebagai suatu usaha atau proses yang dilakukan individu secara bertahap untuk memperoleh berbagai kemampuan, keterampilan maupun sikap yang dilakukan secara berkelanjutan. Belajar merupakan unsur yang sangat penting dalam setiap jenjang pendidikan. Dalam belajar, diperlukan pengalaman-pengalaman yang bermakna, sehingga apa yang dipelajari dapat tersimpan dalam memori jangka panjang seseorang.

Belajar matematika tidak hanya belajar tentang prosedur, tetapi yang lebih penting adalah belajar konsep. Jika anak dapat menguasai suatu konsep, maka anak tidak akan kesulitan untuk belajar konsep-konsep lain yang lebih tinggi. Pengalaman belajar matematika pada anak atau peserta didik, perlu diarahkan agar pengalaman atau tindakan yang dilakukan anak dapat terarah sehingga dapat membentuk proses untuk menguasai suatu konsep

matematika tertentu. Hal ini ditegaskan oleh Gembong, Suwarsono & Prabowo (2018) sebagai berikut.

“for someone to comprehend a mathematic concept he or she needs to begin by manipulating mental construction through some actions. The actions then are internalized or reflected and contemplated to become process which finally crystalized to become object. Object will be de-encapsulated back into process. Action, process and object will be managed into schema to be used in problem solving.”

Berdasarkan pendapat di atas, mekanisme pembentukan pengetahuan dalam belajar matematika dapat di gambarkan sebagai berikut.



Gambar 5.1. Mekanisme Pembentukan Pengetahuan Matematika

Gambaran di atas menjelaskan bahwa dalam belajar matematika di mulai dari tindakan (*actions*). Selanjutnya, tindakan-tindakan tersebut diinternalisasi menjadi proses. Pada tahapan berikutnya, proses-proses itu dikristalkan menjadi objek kognitif. Tindakan, proses, objek dan skema lain yang dimiliki akan diatur menjadi sebuah skema baru. Tahapan tindakan (*actions*), proses (*process*), objek (*object*), skema (*schema*) dikenal sebagai teori APOS. Ciri-ciri dari setiap tahapan adalah sebagai berikut. Pada tahap tindakan, kinerja yang dilakukan hanya bersifat prosedural, hanya menerapkan rumus-rumus, hanya mengikuti coctoh-contoh yang ada. Pada tahap proses, individu dapat menjelaskan langkah-langkah yang harus dilakukan tanpa

melakukan tindakan secara nyata, dapat melakukan langkah-langkah transformasi tanpa bantuan dari luar, dan pada tahap ini individu belum paham secara konseptual. Pada tahap objek, individu sudah dapat menjelaskan sifat-sifat suatu konsep dan sudah dapat melakukan tindakan-tindakan pada objek. Pada tahap skema, individu sudah mampu menggunakan rumus-rumus mana yang sesuai, dapat menghubungkan antara tindakan, proses, dan objek, serta sudah mampu menghubungkan antara tindakan dan proses dengan berbagai cara.

Pembahasan

Di era pandemi Covid-19 pada masa ini, aktivitas pembelajaran di kelas tidak diperkenankan untuk dijalankan. Sebagai alternatif lain untuk mengganti proses pembelajaran di kelas, dilakukan secara daring. Berbagai model pembelajaran daring yang dilakukan oleh para guru di antaranya *E-Learning*, aplikasi zoom, google meeting, group Whatsapp maupun aplikasi-aplikasi daring lainnya. Memahami konsep matematika melalui daring tidaklah mudah. Martua (2020) memberikan contoh siswa yang kesulitan belajar daring sebagai berikut.



Gambar 5.2. Pak Guru Cris Waba (kiri) mengajar di seberang pintu. Muridnya Rylee Anderson (kanan) merasa senang

“Murid berusia 12 tahun itu mencoba bertanya kepada gurunya, Pak Guru Chris Waba lewat email. Dia berharap Pak Guru akan memberikan jawaban tertulis atau meneleponnya. Namun alih-alih telepon yang berdering, di luar dugaannya bel pintu rumahnya yang berbunyi. Di teras, di seberang pintu berlapis kain kasa, ia melihat Pak Guru Chris berdiri. Ia membawa papan tulis bersama spidol, bersiap menjelaskan pertanyaannya tentang Matematika. Dari jarak yang cukup aman, Pak Guru Chris mengajar. Selama 10 menit lebih Chris Waba berjongkok di teras rumah tersebut, menerangkan tiga persamaan Matematika. Rylee berdiri di sisi lain dari pintu kasa, menganggukkan kepalanya memberi tanda bahwa dia mengikuti penjelasan Pak Guru dan mencatatnya. “Beliau membuatnya lebih mudah untuk dipahami,” kata Rylee, tentang gurunya. “Aku menghargai dia datang,” tambah dia. Rylee yang bersekolah di Madison Middle School di South Dakota berkata ia sudah mencoba menyelesaikan pekerjaan rumah Matematikanya. Namun kesulitan. Dia tidak bisa meminta bantuan orang tuanya karena mereka tidak di rumah. Lagi pula, katanya, mereka toh tidak akan banyak membantu. Ia sudah pernah meminta bantuan ibunya tetapi jawabannya salah semua.”

Contoh di atas, menunjukkan bahwa membelajarkan konsep matematika lewat email, tidaklah mudah. Untuk memberikan tugas-tugas melalui daring, seharusnya dirancang sesuai dengan tahapan belajar anak. Dengan berdasar pada teori APOS, maka dalam membelajarkan suatu konsep matematika harus dirancang sesuai dengan tahapan belajar anak. Jika anak masih dalam tahapan tindakan, maka tahapan ini harus di ulang-ulang sehingga dapat diinternalisasi oleh anak menjadi sebuah proses. Jika anak sudah terlihat pada tahap proses, maka pembelajaran dapat dilanjutkan untuk tahap objek. Untuk melihat apakah anak sudah menguasai suatu konsep matematika, maka pembelajaran dapat dirancang dengan memberikan masalah agar anak dapat menghubungkan antara tindakan, proses, dan objek. Contoh berikut adalah cara membelajarkan penjumlahan pecahan pada siswa sekolah dasar yang berorientasi pada teori APOS.

1. Tahap tindakan.

Anak diminta membuat gambar persegi panjang pada sebuah kertas, selanjutnya, anak diminta untuk

- 1) potonglah gambar yang anda buat dengan gunting.
- 2) potonglah gambar itu menjadi dua bagian yang sama,
- 3) ambil salah satu bagian dari potongan yang anda lakukan,
- 4) tulislah lambang bilangan dari bagian potongan yang telah kamu ambil,
- 5) potonglah sisa bagian yang tidak kamu ambil menjadi dua bagian yang sama,
- 6) ambil salah satu bagian dari potongan itu,
- 7) tulislah lambang bilangan dari potongan yang baru kamu ambil,
- 8) berapa bagian potongan gambar yang telah kamu ambil ?

2. Tahap proses

Hitunglah $\frac{1}{2} + \frac{1}{4}$

3. Tahap objek.

Buatlah gambar yang menunjukkan jumlah dari $\frac{1}{2} + \frac{1}{4}$

4. Tahap skema

Pak Jefry mempunyai sebidang tanah sawah berbentuk persegi panjang. Sawah tersebut akan diberikan kepada dua anaknya. Anak pertama diberikan setengah bagian dari luas tanah tersebut, sedangkan anak kedua diberikan setengah dari yang diterima anak pertama. Berapakah luas bagian tanah yang diberikan Pak Jefry kepada kedua anaknya?.

Simpulan

Membelajarkan matematika pada anak di era pandemi Covid 19 dapat dilakukan secara daring, namun harus didesain agar pembelajaran yang dilakukan dapat bermakna bagi anak. Anak dapat diberikan tugas belajar yang mengacu pada mekanisme tahapan pembentukan skema pengetahuan matematika. Desain pembelajaran yang berorientasi untuk belajar mandiri di rumah, sebaiknya di desain secara kontekstual dan bertahap sesuai dengan tahapan mekanisme pembentukan skema pengetahuan matematika.

Referensi

- Gembong, S. (2018). *Schema of Construction Profiles Among Elementary School Students in Solving Problems Related to Addition Operations of Fractions on the Basis of Mathematic Abilities*. July 30, 2018. <https://doi.org/10.1063/1.5054420>.
- Gembong, S., Suwarsono., & Prabowo. (2018). *Schema Building Profiles Among Elementary School Students in Solving Problems Related to Operations of Addition to Fractions on the Basis of Mathematic Abilities*. Journal of Physics: Conf. Series. 983(1). October 30, 2018. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/983/1/012155/pdf>.
- Gembong, S., Suwarsono., & Prabowo. (2017). *Schema contruction profiles among elementary school students in solving problems related to operations of addition to fractions on the basis of mathematic abilities*. Proceeding of MICEIC 2017. September 30, 2017 <http://conference.unesa.ac.id/conference/miseic/proceeding-miseic-2017/>.
- Kusuma, J.W. (2020) & Hamidah,. (2020). *Perbandingan Hasil Belajar Matematika Dengan Penggunaan Platform Whatsapp Group Dan Webinar Zoom Dalam Pembelajaran Jarak Jauh Pada Masa Pandemi Covid 19*. Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika. 5(1), 211-227. doi:10.1371/journal.pbio.0050289
- Marta, S. (2020). *Cara Pak Guru Ini Mengajar Matematika di Tengah Pandemi Covid 19 Menuai Pujian*. Diakses dari <http://www.kalderanews.com/2020/04/cara-pak-guru-ini-mengajar-matematika-di-tengah-pandemi-covid-19-menuai-pujian/>
- Melina, Eka Putri (2020). *Pembelajaran Daring Apakah Efektif*. Diakses dari <https://muda.kompas.id/baca/2020/04/06/pembelajaran-daring-apakah-efektif-untuk-indonesia/>

Sekretariat GTK. (2020, Mei 20). *Dua Prinsip Belajar di Masa Pandemi: Tidak Membahayakan dan Realistis*. Diakses dari <https://gtk.kemdikbud.go.id/read-news/dua-prinsip-belajar-di-masa-pandemi-tidak-membahayakan-dan-realistis>

Bagian 6

Pendidikan Matematika Melalui Penalaran Relasional pada Masa Pandemi Covid-19

Sanusi

Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP UNIPMA

email: sanusi_hanif@yahoo.com

Abstrak

Tujuan penulisan ini untuk memberikan solusi pendidikan matematika melalui penalaran relasional pada masa pandemik Covid 19. Pendidikan merupakan hal yang terpenting dalam kehidupan setiap manusia. Tiga macam pendidikan yang saling terkait satu dengan yang lain dantidak dapat terpisahkan diantaranya: Pendidikan informal, Pendidikan formal dan Pendidikan non formal. Kementerian Pendidikan di Indonesia, dengan adanya wabah penyakit yang disebabkan oleh virus corona atau covid-19 (*Corona Virus Diseases-19*) mengeluarkan kebijakan melalui surat edaran nomor 4 tahun 2020, tertanggal 24 maret 2020, yaitu meliburkan sekolah dan mengganti proses Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) dengan menggunakan sistem dalam jaringan (daring). Sarana yang digunakan sebagai media pembelajaran online antara lain: *e-learning*, aplikasi zoom, *google classroom*, youtube, maupun media sosial whatsapp.

Guru dalam pembelajaran daring dapat terlaksana denganoptimalsangat dipengaruhi oleh beragam variabel seperti umur, akses terhadap komputer dan internet, kesenjangan digitalserta partisipasi orangtua mendampingi anak. Kreativitas guru dalam mendesain pembelajaran bagi siswa juga memegang peranan penting.Untuk memastikan pembelajaran menjadi menyenangkan, penuh makna, membangkitkan kreativitas, daya kritis, dan mampu membuat siswa mandiri. Kegiatan pembelajaran

tetap mengacu pada kurikulum 2013 yang disempurnakan 2019, menggunakan 5 M (mengamati, menanya, menggumpulkan informasi, menalar dan mengkomunikasikan) dengan menerapkan berbagai inovasi model pembelajaran yang ada. Perguruan tinggi kurikulum mengacu pada Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI).

Mata pelajaran matematika pada umumnya materinya terkait dengan konsep matematika, permasalahan dan bagaimana cara penyelesaian masalah tersebut. Pada penyelesaian masalah matematika diperlukan berpikir, bernalar dan lebih khusus bernalar Relasional. Alternatif penyelesaian masalah, dapat menggunakan langkah-langkah Polya melalui empat tahapan antara lain: memahami masalah, merencanakan penyelesaian masalah, melaksanakan rencana penyelesaian masalah dan memeriksa kembali hasil penyelesaian masalah.

Kata kunci: *Matematika, Daring, Penalaran Relasional*

Pendahuluan

Pendidikan merupakan hal yang terpenting dalam kehidupan setiap manusia. Hal ini karena pendidikan merupakan suatu proses pengembangan diri setiap individu untuk dapat hidup dan melangsungkan kehidupan. Tiga macam pendidikan yang saling terkait satu dengan yang lain dan tidak dapat terpisahkan diantaranya: Pendidikan informal, Pendidikan formal dan Pendidikan non formal. Pendidikan Informal merupakan pendidikan yang pertama kali kita dapatkan karena pendidikan ini kita diperoleh di lingkungan keluarga. Pendidikan ini diperoleh seseorang dari pengalaman sehari-hari dengan sadar atau tidak sadar, sejak seseorang lahir sampai mati. Proses pendidikan ini berlangsung seumur hidup, sehingga peranan keluarga itu sangat penting bagi anak terutama peran orang tua. Orang tua mengajarkan kepada anggota keluarga tentang hal-hal yang baik, bagaimana kita bersikap sopan-santun terhadap anggota keluarga dan orang lain. Sopan terhadap yang lebih tua dan sayang pada yang muda, menghormati sesama, dan berbagi dengan mereka yang

kekurangan dan yang membutuhkan. Dengan demikian akan timbul suatu situasi yang saling membantu, menghargai, dan sangat mendukung perkembangan mental anak dalam keluarga. Dalam lingkungan keluarga harga diri akan berkembang dengan baik karena dihargai, diterima, dicintai, dan dihormati sebagai manusia. Itulah pentingnya mengapa kita menjadi orang yang terdidik di lingkungan keluarga. Kedua adalah Pendidikan Formal yaitu pendidikan yang diperoleh di lingkungan sekolah/ Madrasah. Pendidikan formal adalah pendidikan yang didapat seseorang pada lembaga pendidikan, sekolah Dasar (SD)/ Madrasah Ibtidaiyah (MI), Sekolah lanjutan Tingkat Pertama (SLTP), Sekolah Lanjutan Tingkat Atas (SLTA), bahkan didapat dari melanjutkannya ke Perguruan Tinggi (PT). Sedangkan pendidikan anak usia dini (PAUD) terdiri dari Playgroup (Kelompok Bermain) dan Taman kanak-kanak (TK)/ Roudhotul atfal (RA). Sebagaimana terdapat dalam undang-undang pasal 28 ayat 1 undang-undang nomor 20 tahun 2003, PAUD merupakan lembaga pendidikan yang diperuntukkan untuk anak usia 1-8 tahun. Playgroup sebenarnya dapat dikategorikan non formal, sedangkan TK/RA merupakan pendidikan formal. Anak menerima pendidikan pengenalan belajar menulis, membaca dan berhitung dan TK/RA merupakan tempat pendidikan Pra sekolah. Menjadi seorang terdidik itu penting sekali, karena diperlukan untuk membangun peradaban bagi Nusa dan Bangsa maupun Negara. Mutu pendidikan di Indonesia khususnya tingkat keberhasilan ditentukan kualitas guru untuk mendidik anak didiknya. Guru sebagai motivator dan Fasilitator pendidikan. Seorang guru akan membelajarkan ilmunya sesuai dengan kemampuan yang dimiliki. Peran guru senantiasa berkaitan dengan tugas-tugas yang harus dilakukan, melaksanakan pendidikan dan pengajaran, memberi bantuan memahami dan membimbing dalam penyelesaian masalah materi pelajaran dan memberikan dorongan, memotivasi dengan berwawasan luas untuk memaksimalkan menggunakan akal pikiran, bernalar dan bernalar relasional yang saling keterkaitan masalah satu dengan yang lainnya. Tugas-tugas yang berkaitan dengan mendisiplinkan

anak didik, mematuhi tata tertib agar anak menjadi patuh terhadap norma dan aturan-aturan sekolah. Guru mengajarkan kepada anak didik akhlaq yang mulia, untuk tidak merugikan orang lain, harus saling menghargai, dan saling menghormati hak orang lain, menaati peraturan-peraturan yang ada, dan menyesuaikan diri dengan norma-norma yang ada di masyarakat. Tugas Guru tidak hanya semata-mata mengajar materi pelajaran di kelas/ di sekolah saja tetapi guru harus mendidik, guru membina dan membimbing para anak didik menjadi manusia dewasa yang bertanggung jawab. Sebagaimana dalam falsafah pendidikan Soewarsi Soerjaningrat atau Ki Hajar Dewantara yang mempunyai semboyan: “Ing ngarsa sung tulada, ing madya mangun karsa, tutwuri handayani”. Peran guru secara utuh inilah yang akan dapat membentuk semua aspek kepribadian anak bisa berkembang dengan baik. Ketiga pendidikan Non formal yaitu peranan pendidikan di lingkungan masyarakat. Pendidikan Non formal adalah pendidikan yang diperoleh di luar sekolah, pendidikan yang diperoleh seseorang secara teratur, terarah. Pendidikan Non formal lebih mudah disesuaikan dengan keadaan seseorang dan lingkungan masyarakat. Kondisi lingkungan harus baik dan mendukung terciptanya suasana yang baik, pendidikan Non formal lebih terfokus terhadap kehidupan bermasyarakat. Hal ini berarti memberikan gambaran tentang bagaimana kita hidup bermasyarakat. Bagaimana kita berinteraksi dengan orang-orang disekeliling kita. Kita harus belajar memahami dan mengerti, serta menjadi orang yang peduli terhadap orang lain. Di zaman Era Globalisasi diharapkan hasil pendidikan bisa diaplikasikan dalam kehidupan sehingga tidak terombang-ambing dalam situasi dan kondisi perkembangan zaman yang begitu cepat. Itulah peranan dan pentingnya modal utama menjadi insan/ sumber daya manusia yang terdidik baik di lingkungan Keluarga, Sekolah, dan Masyarakat.

Situasi dan kondisi saat ini berbagai negara belahan dunia, dikejutkan munculnya dengan tiba-tiba wabah di tahun 2019 yaitu suatu penyakit yang sangat menakutkan semua pihak. Penyakit

tersebut disebabkan oleh virus corona atau lebih dikenal/ populer dengan istilah covid-19 (*Corona Virus Diseases-19*). Virus ini awalnya mulai muncul dan berkembang di Wuhan, wilayah Negara China. Wabah virus ini memang penularannya dengan waktu yang singkat dan sangat cepat menyebar ke berbagai belahan negara di dunia. Sehingga oleh organisasi internasional persirakatan bangsa-bangsa (PBB) melalui organisasi kesehatan dunia *World Health Organization* (WHO), menyatakan bahwa wabah penyebaran virus covid-19 merupakan suatu wabah penyakit global (pandemi) dunia saat ini. Sudah banyak orang di seluruh dunia yang terjangkit/terpapar virus ini, bahkan menjadi korban kematian. Penyebaran virus ini pun sulit dikenali, untuk mengetahui manusia terpapar atau tidak dapat dilakukan melalui rapid test dan swab test. Manusia yang terpapar virus ini baru dapat dikenali sekitar 14 hari. Penyebaran virus covid-19 menjadi penyebab angka kematian yang paling tinggi di berbagai negara dunia saat ini. Sudah banyak korban yang meninggal dunia. Bahkan banyak juga tenaga medis baik perawat atau dokter yang menjadi korban bahkan meninggal dunia. Covid 19 ini merupakan permasalahan yang serius dan harus dihadapi dunia saat ini. Dunia mengambil kebijakan dengan melakukan berbagai aturan termasuk di negara Indonesia. Negara dan bangsa Indonesia juga merasakan akan dampak penyebaran virus ini. Semakin hari semakin banyak yang terpapar dan cepat menyebar ke seluruh wilayah dan lapisan masyarakat di Indonesia.

Upaya yang dilakukan oleh pemerintah di wilayah Indonesia untuk mencegah kemungkinan akan terjadinya penyebaran penyakit atau terkontaminasinya covid 19 ini salah satunya dengan menerapkan himbauan kepada masyarakat agar melakukan *physical distancing* yaitu himbauan agar masyarakat untuk menjaga jarak diantara warga atau penerapan pembatasan sosial berskala besar (PSBB) antara seseorang dengan orang lain. Hal ini sebagaimana terdapat dalam peraturan pemerintah Nomor 21 tahun 2020 tertanggal 31 maret 2020," menjauhi aktivitas dalam segala bentuk kerumunan, perkumpulan, dan

menghindari adanya pertemuan yang melibatkan banyak orang". Pemerintah menerapkan kebijakan yang harus dilakukan yaitu *Work From Home (WFH)*. Kebijakan inimerupakan upaya yang harus dilakukan dan diterapkan kepada masyarakat agar dapat menyelesaikan segala pekerjaan di rumah. Pendidikan di Indonesia pun menjadi salah satu bidang yang terdampak akibat adanya pandemi *covid-19* tersebut. Dengan adanya pembatasan interaksi proses belajar mengajar, Kementerian Pendidikan di Indonesia juga mengeluarkan kebijakan yang mengatur kegiatan pembelajaran melalui surat edaran nomor 4 tahun 2020 tentang pelaksanaan pendidikan dalam masa darurat tertanggal 24 maret 2020, "meliburkan sekolah dan mengganti proses Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) dengan menggunakan sistem dalam jaringan (*daring*)".

Pembelajaran matematika dalam *Masa Darurat Coronavirus Disease (Covid-19)*, yang dilaksanakan melalui pembelajaran daring, merupakan kegiatan pembelajaran yang mengkaitkan Informasi tehnologi yang dimiliki siswa/ mahasiswa. Dosen/ Guru saat ini dapat menerapkan melalui berbagai media pembelajaran jarak jauh yang harus dicoba dan digunakan. Sarana yang digunakan sebagai media pembelajaran *online* antara lain, *e-learning*, aplikasi *zoom*, *google classroom*, *youtube*, maupun media sosial *whatsapp*. Sarana-sarana tersebut dapat digunakan secara maksimal, sebagai media dalam melangsungkan pembelajaran seperti di kelas. Pelaksanaannya perlu adanya evaluasi dan sebagai bentuk pembelajaran baru. Penggunaan media *online* tersebut, maka secara tidak langsung diperlukan kemampuan menggunakan serta mengakses teknologi, dan tentunya akan menuntut semakin dikuasai teknologi dan informasi baik oleh mahasiswa/ siswa maupun dosen/ guru.

Pembahasan

1. Perubahan kegiatan Belajar dan Pembelajaran

Dunia mengalami perubahan pada kegiatan belajar dan pembelajarannya, hal ini diakibatkan merebaknya *Coronavirus Disease* (Covid-19). Covid 19 ini membawahkan dampak berbagai kebijakan negara, hal ini berdampak juga pada kebijakan pemerintah Indonesia. Kebijakan pemerintah melakukan perubahan pada bidang ekonomi, bidang keamanan, bidang kesehatan bahkan tidak lepas juga kebijakan pada bidang pendidikan. Wacana baru tentang pendidikan harus tetap berjalan dan dilaksanakan dengan baik. Menurut Uthra & Mackenzi (2020), adanya *COVID-19* melalui empat cara yang dapat dilakukan untuk mendidik generasi masa depan antara lain, 1) Proses pendidikan di seluruh dunia semakin saling terhubung. 2) Pendefinisian ulang peran pendidik. 3) Mengajarkan pentingnya keterampilan hidup di masa yang akan datang dan, 4) Membuka lebih luas peran teknologi dalam menunjang pendidikan. Selain itu, menurut Tam dan El Azar (2020), pandemi virus corona menyebabkan tiga perubahan mendasar di dalam pendidikan global. Pertama, mengubah cara jutaan orang dididik. Kedua, solusi baru untuk pendidikan yang dapat membawa inovasi yang sangat dibutuhkan. Ketiga, adanya kesenjangan digital menyebabkan pergeseran baru dalam pendekatan pendidikan dan dapat memperluas kesenjangan.

Berdasarkan pendapat di atas maka perlu adanya percepatan transformasi pendidikan. Mengapa terjadi percepatan transformasi pendidikan? Karena perubahan situasi dan kondisi tersebut merupakan suatu yang sulit dipercaya dan ini merupakan keniscayaan. Akibat Covid-19 transformasi tersebut terjadi harus dilakukan perubahan. Situasi dan kondisi dengan waktu yang sangat singkat dan cepat, seluruh dunia harus mengubah pola pembelajaran berbasis tatap muka di kelas/selolah menjadi pembelajaran jarak jauh (PJJ) melalui *online* yang notabene sangat mengandalkan teknologi yang ada.

Peran Organisasi dunia perserikatan bangsa-bangsa melalui *UNICEF, WHO dan International Federation of red Cross and Red Crescent Societies (IFRC)* dalam Pencegahan dan Kontrol di Sekolah *Covid-19*(2020) menyebutkan bahwa:“Jika situasi persebaran virus semakin cepat maka sekolah harus ditutup dan proses pendidikan harus tetap berjalan melalui kegiatan pembelajaran *online* dengan menggunakan berbagai media”. Data UNESCO (2020) menyebutkan:” 1,5 miliar siswa dan 63 juta guru di tingkatan sekolah dasar hingga menengah di 191 negara yang terdampak pandemi *Covid-19*, sesuatu yang tidak pernah terjadi sebelumnya”.Dunia pendidikan dengan keterpaksaan harus putar haluan untuk mengubah cara belajar berbasis tatap muka di kelas/sekolah menjadi pembelajaran daring. Transformasi digital terpaksa dilakukan, karena ini adalah langkah-langkah atau cara yang paling aman dan efektif untuk memutus penyebaran/mewabahnya virus corona. Hak para siswa untuk tetap mendapatkan pendidikan merupakan suatu prioritas utama tanpa mengabaikan kesehatan dan keselamatan jiwa.

Negara-negara di dunia, mengutip Zhong (2020) dalam artikelnya di *nytimes.com* “*The coronavirus exposes education’s digital divide*”, hal ini dapat diartikan bahwa untuk menghadapi wabah covid 19 yang berakibat menyebabkan sekolah-sekolah harus menyelenggarakan pembelajaran secara daring. Pembelajaran ini melibatkan orang tua harus melengkapi dan membeli perangkat digital untuk mendukung proses belajar mengajar. Adanya keterbatasan sinyal dari jangkauan internet di beberapa wilayah perdesaan di *Indonesia maka diperlukan cakupan link/ akses internet yang cukup besar*. Sehingga terlaksananya pembelajaran dibutuhkan biaya pendidikan yang sangat mahal.

Kondisi dunia dalam situasi normal, tidak pada situasi pandemi, kegiatan pembelajaran daring bukanlah hal mudah. Ada beberapa prasyarat yang harus dipenuhi. Selain itu, dilakukan pembelajaran pada siswa yang telah dewasa, dan mandiri maka diperlukan juga penyesuaian kebutuhan pembelajaran yang

ditujunya. Muncul suatu pertanyaan, bagaimana dengan pembelajaran daring bagi siswa di sekolah dasar dan menengah?. Pembelajaran pada mahasiswa saja masih perlu adanya berbagai pertimbangan. Menurut Hoskins (2013) tidak mudahnya melakukan pembelajaran jarak jauh di kalangan mahasiswa. Padahal pembelajaran yang dilakukan pada mahasiswa sebagaimana prasyaratnya sudah dipenuhi, yaitu pembelajaran daring akan lebih mudah dilakukan pada mahasiswa yang sudah dewasa. Selain itu pembelajaran ini harus didukung oleh desain kelas dan metode pembelajaran yang tepat sehingga pembelajaran daring dapat memotivasi mahasiswa untuk merefleksikan kepercayaan mereka; menyediakan lingkungan yang aman untuk mendiskusikan berbagai perspektif; membimbing mahasiswa mengeksplorasi, memvalidasi, mengkomunikasikan hasil pemikiran dan memperluas pandangan; dan mendukung peran di era baru. Pembelajaran yang demikian akan dapat membentuk karakter mahasiswa, saling menghormati, saling menghargai pendapat sesama mahasiswa, saling berargumentasi dan bisa memunculkan kerjasama, saling melengkapi dalam berbagai masalah yang diperlukan adanya penyelesaian masalah tersebut.

Guru dalam pembelajaran daring dapat terlaksana dengan optimal karena kuncinya akses. Lembani, dkk (2019) menyebut *open distance learning* meningkatkan peluang bagi akses ke pendidikan karena tersedianya materi daring. Akan tetapi, situasi dan kondisi tersebut sangat dipengaruhi oleh beragam variabel antara lain: umur baik guru maupun siswa, akses terhadap komputer dan internet pada wilayah, maupun kesenjangan digital yang digunakan. Memfasilitasi akses yang memadai, merupakan salah satu hal yang sangat mendasar dalam mendukung kelancaran *open distance learning*.

Di Indonesia pembelajaran daring/ jarak jauh diatur melalui Surat Edaran Kemdikbud No 4 Tahun 2020 mengenai *Pelaksanaan Pendidikan Dalam Masa Darurat Coronavirus Disease (Covid-19)*. “Ada tiga poin kebijakan terkait pembelajaran daring. Pertama, pembelajaran daring/ jarak

jauh untuk memberi pengalaman belajar yang bermakna, tanpa terbebani tuntutan menuntaskan seluruh capaian kurikulum untuk kenaikan kelas maupun kelulusan. Kedua, dapat difokuskan pada pendidikan kecakapan hidup, antara lain mengenai pandemi Covid-19. Ketiga, aktivitas dan tugas pembelajaran dapat bervariasi antar siswa, sesuai minat dan kondisi masing-masing, termasuk mempertimbangkan kesenjangan akses/fasilitas belajar di rumah”.

Pemerintah dalam melaksanakan kebijakannya, secara empirik realisasinya memperhatikan berbagai faktor yang terkait. Pertama, pemerintah pusat semestinya menjamin dengan menyediakan dana untuk terlaksananya pembelajaran. Jaringan koneksi internet yang lancar, mudah diakses dan stabil. Subsidi kebutuhan kuota internet, bantuan perangkat digital elektronik, dan peningkatan kapasitas digital yang dapat meminimalisir ketimpangan akses di berbagai wilayah baik antar daerah ataupun antar pulau bahkan antara pusat dan daerah. Harus memasukkan Anggaran pendapatan belanja Negara (APBN) yang dialokasikan sebagai anggaran secara khusus untuk keperluan dan mendukung lancarnya kegiatan pembelajaran daring tersebut.

Pembelajaran daring tidak dapat dilakukan jika sekolah maupun orangtua tidak memiliki dana yang cukup memadai untuk mengakses perangkat pembelajarannya. Pembelajaran ini tidak akan terjadi ketika guru dan siswa sama-sama tidak memiliki alat digital baik itu komputer atau *handphone*, kuota dan jaringan internet yang memadai. Kebijakan pemerintah pada kondisi pandemi yang terjadi belakangan ini, pemerintah membolehkan penggunaan anggaran Dana bantuan operasional sekolah (BOS) untuk mendukung dan terlaksananya pelaksanaan pembelajaran daring. Pemerintah juga bekerjasama dengan televisi republic Indonesia (TVRI) untuk menampilkan program edukasi dan dijadwalkan penayangannya sesuai dengan tingkatan sekolah SD, SLTP dan SLTA.

Pemerintah daerah melalui kepala pendidikan nasional berperan untuk memetakan sekolah-sekolah yang membutuhkan bantuan dalam penyelenggarakan pembelajaran daring. Khusus untuk sekolah-sekolah yang memiliki keterbatasan akses, pemerintah harus memiliki solusi yang nyata dan segera dilaksanakan, jika hal ini tidak dilakukan maka anak-anak dari keluarga miskin akan semakin tertinggal/ terkesampingkan karena tidak mendapatkan haknya di bidang pendidikan dan pengajaran yang seharusnya ia terima.

Data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2019 yang ada perlu menjadi pertimbangan dalam kondisi penggunaan internet di kalangan pelajar. Merujuk pada data tersebut terlihat bahwa antara siswa yang tinggal di kota disbanding dengan siswa di desa. "Penggunaan telepon seluler oleh siswa perkotaan lebih tinggi dibandingkan siswa di perdesaan yaitu 76,60 persen berbanding 64,69 persen. Sementara itu persentase siswa yang menggunakan komputer/ *Personal Computer* (PC) di perkotaan dua kali lipat dibandingkan siswa di perdesaan yaitu 31,37 persen berbanding 15,43 persen. Kemudian, persentase penggunaan internet siswa daerah perkotaan (62,51 persen) lebih tinggi dibandingkan daerah perdesaan (40,53 persen). Secara nasional, terdapat 53,06 persen siswa usia 5-24 tahun yang menggunakan Internet".

Kedua, Pembelajaran daring harus memperhatikan kapasitas sekolah, kapasitas ini bergantung pada kondisi yang dimiliki oleh sekolah. Infrastruktur yang mendukung terlaksananya pembelajaran daring antara lain koneksi internet, kuota, PC/laptop, dan penguasaan teknologi. Latar belakang keluargasiswa, dukungan orang tua, sosial ekonomi sangat memengaruhi apakah kegiatan belajar jarak jauh melalui perangkat daring (*zoom, google meet, webex, dsb*) dapat optimal dilakukan. Sekolah negeri di perkotaan ataupun sekolah swasta yang memiliki input siswa yang berasal dari kelas sosial ekonomi menengah atas tidak akan kesulitan dalam menjalankan pembelajaran daring. Tidak ada persoalan terkait akses terhadap internet dan perangkat teknologi. Berbanding terbalik dengan

sekolah negeri di perdesaan atau sekolah swasta yang input siswanya dari kalangan keluarga miskin. Akses internet yang sulit juga perlu dipertimbangkan guru untuk diberlakukan penggunaan perangkat daring tersebut

Ketiga, kreatifitas guru dalam mendesain pembelajaran daring bagi siswa juga memegang peranan penting. Untuk memastikan model pembelajaran apa yang akan disajikan, penggunaan media dan teknik bahkan pendekatan apa yang akan dilakukan guru. Proses belajar dan mengajar akan tercipta menjadi menyenangkan, penuh makna, membangkitkan kreativitas, siswa diajak berpikir kritis, bernalar relasional dan tentunya akan mampu membuat siswa mandiri. Kondisi ini tidaklah mudah, apalagi guru tidak dapat secara langsung berhadapan dengan siswa. Kejelian guru dalam membuat desain dan metode pembelajaran yang mampu memikat siswa untuk terus bersemangat belajar menjadi hal yang patut diperhatikan. Seandainya yang terjadi hanya memberi beban tugas kepada siswa tentu membuat siswa menjadi jenuh.

Keempat, partisipasi orangtua menjadi sangat penting untuk menyelesaikan pembelajaran daring. Situasi dilematis kemudian terjadi ketika orangtua tidak dapat hadir mendampingi anak karena masih harus bekerja. Mereka adalah orang-orang yang tidak memiliki kesibukan sendiri untuk bekerja dari rumah. Orang tua yang bekerja sebagai petugas kesehatan, pekerja informal, buruh pabrik, peternak, nelayan, dan petani misalnya harus tetap bekerja. Sementara mereka tidak bias mendampingi atau memiliki orang lain yang dapat membantu mendampingi anaknya. Sebagai pertimbangan dengan berjalannya pembelajaran daring berlangsung beberapa waktu ini. Muncul dari beberapa keluhan orang tua siswa sekolah dasar, yang kadang tidak sanggup orang tua harus membimbing anaknya untuk ini dan itu guna memenuhi tuntutan anak menyesuaikan tugas yang diberikan gurunya. Jika kondisi seperti ini tidak dapat disikapi secara bijak, lagi-lagi akan muncul isu kesehatan mental menjadi bagian yang perlu diantisipasi.

Pembelajaran daring telah membuka berbagai problem pendidikan di negeri ini. Selain itu semakin menunjukkan bahwa pembangunan pendidikan di Indonesia membutuhkan dukungan dari berbagai pihak. Pendidikan sebagai suatu ekosistem utuh yang tidak lepas dari kebijakan politik, daya dukung teknologi, infrastruktur yang memadai, serta dukungan dari orangtua/ masyarakat. Tanpa itu semua, pendidikan tidak dapat optimal dalam mencerdaskan anak bangsa.

Tantangan dalam pembelajaran daring: Pertama, guru harus bisa mengajar jarak jauh dengan menggunakan teknologi. Kedua, pemakaian teknologipun tidak asal-asalan, ada ilmu khusus agar pemanfaatan teknologi Pendidikan (TP). Pembelajaran harus lebih banyak berinovasi dan mencari terobosan pembelajaran yang efektif digunakan. Ketiga, pola pembelajaran daring harus menjadi bagian dari semua pembelajaran. Guru harus menerapkan pembelajaran berbasis teknologi sesuai kapasitas dan ketersediaan teknologi. Inisiatif kementerian menyiapkan portal pembelajaran daring. Keempat, guru harus punya perlengkapan pembelajaran online. Peralatan TIK minimal laptop atau *handphone android (Whatsapp)*. Kelima, ketimpangan infrastruktur digital dan akses internet antara kota dan daerah.

2. Pembelajaran matematika melalui penalaran Relasional

Proses belajar mengajar pada sekolah dasar dan menengah di era baru masa pandemic Covid 19 khususnya matematika melalui daring masih relevan dengan berpedoman dengan kurikulum K13 yang disempunakan 2109. Pemerintah mengupayakan segera mengembangkan kurikulum tersebut yang lebih sesuai dengan kondisi siswa, guru, dan sekolah. Salah satu pertimbangan yang perlu diperhatikan terkait dengan materi matematika antara materi satu dengan materi lainnya yang saling berkaitan. Siswa/ mahasiswa di arahkan untuk bernalar relasional. Menurut Geoffrey P.G. (2005), "Penalaran relasional diperlukan untuk menjawab tiga pertanyaan: 1) Bagaimana relasi dan sifat-sifat logikanya ditunjukkan secara mental, 2) Pertimbangan apa ketika mereka bernalar tentang relasi.

dan, 3) Proses mental apa yang muncul pada saat bernalar”. Teori ini menunjukkan, bahwa: pertama, sifat-sifat relasi dan sifat-sifat logika, kedua, mengulang mengenai pembahasan relasi dan ketiga menunjukkan model teori dasar ketika bernalar relasional dan bagaimana prosesnya serta bagian keempat, menilai teori dan alternatif lain secara empirik. Selanjutnya penalaran relasional merupakan aspek mendasar dalam psikologi yang disebut kemampuan untuk memecahkan masalah. Menurut Alison T. (2014), ”Penalaran relasional dalam kaitannya dicari kesamaan/ perbedaan antara hubungan ide/ konsep pertama dan ide/ konsep kedua (atau lebih)”. Kesamaan/ perbedaan hubungan ide/ konsep pertama menggambarkan hubungan antara dua representasi mental, sedangkan kesamaan ide/ konsep kedua mengintegrasikan dua (atau lebih) dari hubungan ide/ konsep tersebut. Kegiatan pembelajaran tetap mengacu pada kurikulum K13 mengacu pada 5 M (mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, menalar dan mengkomunikasikan) dengan menerapkan berbagai inovasi model pembelajaran yang ada. Sedangkan pada perguruan tinggi kurikulum mengacu pada Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI).

Mata pelajaran matematika pada umumnya terkait dengan konsep matematika dan permasalahan serta bagaimana cara penyelesaian masalah tersebut. Pada penyelesaian masalah matematika dapat dilakukan melalui penalaran Relasional. Kegiatan analisis cara penyelesaian masalah, misalnya dapat dilakukan melalui langkah-langkah/ tahapan Polya. Menurut Polya (1973), ”terdapat empat tahap pemecahan masalah, dengan langkah-langkah sebagai berikut: 1) *Understand The Problem* (memahami masalah), 2) *Devising a Plan* (merencanakan penyelesaian masalah), 3) *Carrying Out the Plan* (melaksanakan rencana penyelesaian masalah), dan 4) *Re-check troubleshooting* (memeriksa kembali/mengecek hasil penyelesaian yang diperoleh dari penyelesaian yang dilakukannya). Adapun beberapa tahapan tersebut dapat diuraikan rinci sebagai indikator-indikatornya dalam proses penyelesaian masalah sebagai berikut:

Tahap Pertama memahami masalah.

- 1) Mahasiswa/ siswa diajak berpikir menyebutkan apa yang diketahui,
- 2) Mahasiswa/ siswa diajak berpikir menyatakan apa yang ditanyakan, dan
- 3) Mahasiswa/ siswa diajak berpikir menyatakan hubungan (relasional) antara apa yang diketahui dengan apa yang ditanyakan.

Tahap Kedua merencanakan penyelesaian masalah

Pada tahap ini mahasiswa/ siswa diminta bernalar untuk menganalisis bagaimana cara mahasiswa merencanakan penyelesaian masalah, setelah mendapatkan beberapa informasi dari tahap pertama.

Tahap ketiga melaksanakan rencana penyelesaian masalah

Pada tahap melaksanakan rencana, yaitu mahasiswa/ siswa agar melaksanakan rencana penyelesaian masalah seperti pada tahap kedua, *sesuai dengan langkah-langkah argumen yang valid*, cara apa yang digunakan menentukan hubungan/ keterkaitan antara melaksanakan cara lain penyelesaian dengan realita kehidupan.

Tahap keempat memeriksa kembali penyelesaian masalah

Pada tahap ini, aktivitas yang dilakukan mahasiswa/ siswa yaitu memeriksa kembali dari hasil kerja. Sesuai tidak dengan yang diharapkan. Sesuai indikator penalaran Relasional yaitu anak didik *meyakinkan hasil penyelesaian yang sudah dilakukan pada penyelesaian matematika dengan argument yang valid. Menuliskan alasan bahwa jawaban mahasiswa sudah benar.*

Kesimpulan

Pendidikan merupakan hal yang terpenting dalam kehidupan setiap manusia. Tiga macam pendidikan yang saling terkait satu dengan yang lain dan tidak dapat terpisahkan diantaranya: Pendidikan informal, Pendidikan formal dan Pendidikan non formal. Kementerian Pendidikan di Indonesia, dengan adanya wabah penyakit yang disebabkan oleh

virus corona atau lebih dikenal dengan istilah covid-19 (*Corona Virus Diseases-19*) mengeluarkan kebijakan melalui surat edaran nomor 4 tahun 2020 tentang pelaksanaan pendidikan dalam masa darurat tertanggal 24 maret 2020, yaitu dengan meliburkan sekolah dan mengganti proses Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) dengan menggunakan sistem dalam jaringan (*daring*). Sarana yang digunakan sebagai media pembelajaran *online* antara lain: *e-learning*, aplikasi *zoom*, *google classroom*, *youtube*, maupun media sosial *whatsapp*.

Guru dalam pembelajaran daring dapat terlaksana dengan optimal karena kuncinya akses. Namun, kondisi tersebut sangat dipengaruhi oleh beragam variabel seperti umur, akses terhadap komputer dan internet, maupun kesenjangan digital. Kreativitas guru dalam mendesain pembelajaran daring bagi siswa juga memegang peranan penting. Untuk memastikan pembelajaran menjadi menyenangkan, penuh makna, membangkitkan kreativitas, daya kritis, dan mampu membuat siswa mandiri. Partisipasi orangtua menjadi sangat penting untuk mendampingi anak. Kegiatan pembelajaran tetap mengacu pada 5 M (mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, menalar dan mengkomunikasikan) dengan menerapkan berbagai inovasi model pembelajaran yang ada. Sedangkan pada perguruan tinggi kurikulum mengacu pada Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI)

Mata pelajaran matematika pada umumnya terkait dengan konsep matematika dan permasalahan serta bagaimana cara penyelesaian masalah tersebut. Pada penyelesaian masalah matematika diperlukan berpikir, bernalar dan lebih khusus bernalar Relasional. Analisis penyelesaian masalah, menggunakan langkah-langkah Polya. Adapun tahapan-tahapan tersebut antara lain: memahami masalah, merencanakan penyelesaian masalah, melaksanakan rencana penyelesaian masalah dan memeriksa kembali hasil penyelesaian masalah.

Referensi

- Alison T. Miller Singley n, Silvia A. Bunge, (2014). *Neurodevelopment of relational reasoning: Implications for mathematical pedagogy*, Department of Psychology & Helen Wills Neuroscience Institute. University of California. Berkeley. USA Barbara J. Hoskins. 2013. Is Distance Learning Transformational? *The Journal of Continuing Higher Education*, 61:1,62-63, DO I: 10.1080/07377363.2013.759488.
- BPS. Potret Pendidikan Statistik Pendidikan Indonesia 2019. Jakarta: Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/publication/2019/11/29/1deb588ef5fdbfba3343bb51/potret-pendidikan-statistik-pendidikan-indonesia-2019.html>.
- Geoffrey P. Goodwin, P.N. Johnson Laird. (2005). *Reasoning about Relation*. Article Priceton University
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Surat Edaran Kemdikbud No 4 Tahun 2020 mengenai *Pelaksanaan Pendidikan Dalam Masa Darurat Coronavirus Disease (Covid-19)*. Jakarta: Kemendikbud. <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2020/03/mendikbud-terbitkan-se-tentang-pelaksanaan-pendidikan-dalam-masa-darurat-covid19>.
- Luthra, Poornima & Mackenzie, Sandy. 2020. *4 Ways Covid-19 Education Future Generations*. <https://www.weforum.org/agenda/2020/03/4-ways-covid-19-education-future-generations/>.
- Peraturan Pemerintah Nomor 21 tahun 2020, *Penerapan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB)* Jakarta, 31 Maret 2020, <https://peraturan.bpk.go.id>
- Polya, George. (1973). *How to Solve It*. Second Edition. New Jersey: Princenton University.

- Reuben Lembani, Ashley Gunter, Markus Breines & Mwazvita Tapiwa Beatrice Dalu. 2020. *The same course, different access: the digital divide between urban and rural distance education students in South Africa*. Journal of Geography in Higher Education, 44:1, 70-84, DOI: 10.1080/03098265.2019.1694876.
- Tam, Gloria & El-Azar, Diana. 2020. 3 ways the coronavirus pandemic could reshape education. <https://www.weforum.org/agenda/2020/03/3-ways-coronavirus-is-reshaping-education-and-what-changes-might-be-here-to-stay/>.
- UNICEF, IRC, & WHO. 2020. *Key Messages and Actions for COVID-19 Prevention and Control in Schools*. https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/key-messages-and-actions-for-covid-19-prevention-and-control-in-schools-march2020.pdf?sfvrsn=baf81d5_24.
- Undang-Undang, 2003 Sidiknas nomor 20 tahun 2003, *Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD)*.
- Zhong, Raymond. 2020. *The Coronavirus Exposes Education's Digital Divide*. Sumber: <https://www.nytimes.com/2020/03/17/technology/china-schools-coronavirus.html>.

Bagian 7

Belajar Matematika Kontekstual Melalui Pemodelan Matematika Covid-19 dan Visualisasinya

Darmadi

*Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu
Pendidikan, Universitas PGRI Madiun
darmadi.mathedu@unipma.ac.id*

Abstrak

Covid-19 telah menjadi pandemi. Data perkembangan covid-19 tersedia ditingkat kabupaten, kota, propinsi, sampai dunia tiap harinya. Data perkembangan covid-19 dapat digunakan sebagai bahan untuk belajar matematika secara kontekstual. Makalah ini membahas belajar matematika kontekstual, perkembangan covid, simbolisasi, pemodelan, pemrograman, dan visualisasi. Selain belajar pemodelan matematika, banyak pelajaran yang dapat diserap oleh mahasiswa, seperti: lebih bijak dalam menyikapi penyebaran covid-19 dan memahami perlunya belajar materi-materi matematika yang lain.

Kata Kunci: *matematika kontekstual, pemodelan matematika, visualisasi*

Pendahuluan

Belajar merupakan usaha sadar orang untuk mendapatkan perubahan pengetahuan atau tingkahlaku. Setiap orang dituntut untuk selalu belajar karena perubahan zaman dan kebutuhan. Mahasiswa belajar sesuai dengan minatnya. Mahasiswa program studi pendidikan matematika niscaya belajar materi-materi matematika.

Matematika penting untuk dipelajari karena matematika merupakan materi wajib yang diajarkan dari SD, SMP, dan SMA atau yang sederajat. Sebagian besar siswa mengatakan bahwa

matematika adalah momok yang menakutkan. Namun, hasil survey menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa mengambil program studi pendidikan matematika karena merasa tertantang untuk belajar matematika.

Salah satu alternative supaya siswa atau mahasiswa tertarik belajar matematika adalah menggunakan pendekatan kontekstual dalam pembelajaran. Ciri pendekatan kontekstual adalah menggunakan permasalahan atau materi kehidupan sehari-hari. Salah satu data yang dapat digunakan dalam pembelajaran matematika kontekstual saat ini adalah data-data tentang perkembangan covid-19.

Matematika berkembang sesuai perkembangan zaman. Dahulu, matematika berkembang melalui permainan dadu sehingga muncul ilmu peluang dan statistika. Saat ini, matematika dapat dikembangkan menjadi pemodelan matematika untuk memprediksi perkembangan penyakit. Pemodelan matematika yang pernah dikembangkan adalah pemodelan perkembangan HIV/AIDS (Darmadi, 2009). Tulisan ini membahas pemodelan perkembangan covid-19.

Selain pemodelan, juga diperlukan visualisasi. Visualisasi penting untuk pembelajaran karena membantu siswa untuk mengingat dan memahami (Darmadi, 2015). Beberapa penelitian telah dilakukan terkait visualisasi dalam pembelajaran. Untuk memahami konsep atau definisi, siswa mengenali, membayangkan, memperlihatkan, dan menyimpulkan (Darmadi, 2016). Untuk menyelesaikan masalah, siswa memahami, merencanakan, melaksanakan, dan memeriksa kembali dengan menggunakan gambar (Darmadi & B Handoyo, 2016). Untuk memproses pembayangan mental, siswa memunculkan pembayangan mental, menggambarkan pembayangan mental, dan memanfaatkan pembayangan mental (Darmadi, 2015).

Pembahasan

Belajar Matematika Kontekstual

Matematika adalah ilmu klasik seperti filsafat. Sukardjono (2007) dan Susanto (2013:184) menjelaskan bahwa kata matematika berasal dari bahasa latin "*mathematika*" atau "*mathematike*" atau "*mathema*" yang artinya ilmu pengetahuan. Russel, Sumardjono, Johnson dan Rising mendefinisikan matematika sebagai pengetahuan. Sujono, Jhon A. Van de Walle, Aristoteles. Suwarsono, Soejadi, Yansen Marpaung, James, Andi Hakim Nasution mendefinisikan matematika sebagai ilmu (Abdul Halim Fathani, 2009) (Ruseffendi (1998), (Syamsudin (2005) (Sutomo, Catur. 2002)). Russel, Uno, Sawyer, Djati Kerami, dan Reys, Ruseffendi, Bandi Delphie, Riedesel, Johnson dan Rising, dan Bandi Delphie mendefinisikan matematika sebagai bahasa (Heruman, 2007 dan Djoko Mursito & Hussain Bumulo, 2005) (Naipospos Hautauruk, 1984). Sumardjono, Djoko Mursito & Hussain Bumulo, Sukardjono, dan Cahya Prihandoko mendefinisikan matematika sebagai alat untuk berpikir (Herman Hudojo, 2005). Herman Hudojo, Djoko Mursito & Hussain Bumulo. Sukardjono, Johnson dan Rising, dan Cahya Prihandoko mendefinisikan matematika sebagai alat, cara, atau metode untuk menyelesaikan masalah (Sumardjono (2004)). Sedangkan, Djoko Mursito & Hussain Bumulo, Johnson dan Rising mendefinisikan matematika sebagai seni karena memuat keindahan pada keterurutan dan keharmonisannya. Waktu penjajahan Belanda, matematika disebut sebagai ilmu pasti. Tiap orang dapat mendefinisikan matematika dengan cara atau sudut pandang yang berbeda-beda.

Matematika penting untuk dipelajari. Mulai dari SD sampai SMA, matematika adalah mata pelajaran yang wajib untuk dipelajari. Siswa wajib untuk belajar matematika. Belajar adalah usaha sadar orang sehingga perubahan pemahaman dan tingkah laku. beberapa permasalahan terjadi dalam pembelajaran matematika. Salah satu masalah yang terjadi dalam pembelajaran adalah siswa kehilangan motivasi

belajar. Akibatnya, siswa menjadi malas belajar dan berakibat menurunnya prestasi belajar.

Salah satu alternative dan sedang diunggulkan dalam pembelajaran matematika adalah pendekatan kontekstual. Pendekatan kontekstual dalam pembelajaran matematika adalah pendekatan pembelajaran matematika dengan menggunakan fakta-fakta dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, siswa atau mahasiswa merasa perlu belajar matematika dan ilmunya dapat diterapkan.

Mengenal Covid-19

Mulai awal tahun 2020 yaitu bulan Januari bangsa Indonesia mendapatkan wabah atau endemi covid-19 yang dikenal pertama kali di Wuhan China tahun 2019. Covid-19 adalah suatu penyakit yang disebabkan oleh virus korona dengan gejala pernafasan, seperti: batuk, hidung berair, sakit tekak, atau demam (Heatht.nsw, 2020). Virus corona menginfeksi melalui dropet seperti flu dan melemahkan imunitas tubuh seperti HIV sehingga rentan terhadap orang tua dengan penyakit bawaan, seperti: penyakit diabetes, jantung dan hipertensi (Today.line, 2020).

Beberapa usaha telah dilakukan pemerintah untuk mencegah penyebaran covid-19, dimulai dari pembagian masker secara gratis (Siti Muryani, 2020), pendirian posko covid (Legundi, 2020a), pembentukan tim relawan covid (Legundi, 2020b), pelibatan masyarakat dalam membuat handsanitizer (Legundi, 2020c), penyemprotan **disinfektan** (Kedungprahu, 2020a, 2020b), sampai pelibatan organisasi-organisasi masyarakat untuk membantu menanggulangi Covid-19 (Nurul Hidayati, 2020). Untuk mengantisipasi datangnya pemudik, gugus tugas mendirikan Pos Check Point (Maspolin, 2020). Untuk mengurangi beban masyarakat yang terdampak, pemerintah memberikan Bantuan Langsung Tunai (BLT) ([Dony Setyawan, 2020](#)). Namun, selama masih ada covid-19, masyarakat dirundung kecemasan sehingga mempengaruhi bidang social ekonomi, pendidikan, dan industri yang ada.

Di tengah usaha pencegahan penyebaran covid-19, Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mengatakan bahwa Covid-19 kemungkinan tidak akan pernah hilang dan akan ada dalam waktu lama (bbc.com, 2020). Sehingga, orang harus mulai belajar untuk menerima dan menghadapinya (msn.com, 2020). Untuk itu, Presiden memeriksa beberapa tempat, seperti: mall (theworldnews.net, 2020) dan stasiun (headtopics.com, 2020) untuk persiapan new normal. Di tengah banyak usaha dilakukan, dan memperhatikan peningkatan jumlah orang yang terpapar, kebijakan new normal membuat sebagian besar masyarakat resah. Prediksi kapan berakhirnya pandemic covid diharapkan.

Simbolisasi dan Pemodelan

Salah satu cara matematika memprediksi suatu pandemic adalah dengan menggunakan simbolisasi dan pemodelan. David, Murray Doyle dan Fraser Lewis (2001) memberikan model perkembangan HIV/AIDS. Model tersebut dikembangkan Darmadi (2004) untuk melihat bifurkasi dan titik stabilitasnya. Untuk memperjelas Darmadi (2005) menekankan pada pemodelannya. Selanjutnya Darmadi (2006) lebih menekankan pada titik stabilitasnya. Selanjutnya, Darmadi (2007) memperjelas dengan program computer dalam memvisualisasikannya.

Perkembangan covid-19 benar-benar telah meresahkan masyarakat. Pemerintah dan masyarakat melaksanakan pembatasan social (PSBB) untuk mencegah penyebaran covid-19. Pada suatu daerah dikenal orang sehat, orang terinfeksi, dan orang sakit. Seperti pemodelan matematika dalam fisika, kimia, biologi, atau lainnya, waktu perkembangan covid-19 disimbolkan t . Masa orang sehat disimbolkan u . Masa orang terinfeksi covid-19 disimbolkan v . Masa orang sakit parah karena covid-19 disimbolkan w .

Virus corona menyebar melalui infeksi virus. Kesadaran orang akan infeksi covid-19 sangat diperlukan. Tingkat kesadaran infeksi orang akan infeksi covid-19 dapat

disimbolkan dengan α . Jika $\alpha = 0$, artinya tingkat kesadaran orang akan infeksi virus sangat rendah. Jika $\alpha = 1$, artinya tingkat kesadaran orang akan infeksi virus adalah sangat tinggi. Rentang tingkat kesadaran orang akan infeksi virus corona adalah $0 \leq \alpha \leq 1$. Untuk mengukur tingkat kesadaran orang akan infeksi virus dapat digunakan angket.

Lockdown, PSBB, karantina wilayah, atau apapun namanya memungkinkan suatu masyarakat membentuk seperti halnya populasi. Masyarakat dalam populasi dapat dikategorikan dalam 3 (tiga) kelompok, yaitu: kelompok orang yang sehat, kelompok orang terinfeksi, dan kelompok orang sakit. Pada waktu t dikenal notasi berikut dalam suatu populasi.

- $S(\alpha, u, t)$ adalah jumlah orang sehat dari covid-19 dengan tingkat kesadaran menggunakan masker sebesar α dan masa sehat u
- $I(\alpha, v, t)$ adalah jumlah individu terinfeksi covid-19 dengan tingkat kesadarana menggunakan masker sebesar α dan masa infeksi v
- $A(w, t)$ adalah jumlah individu sakit covid-19 dengan masa sakit w

Jumlah orang sehat dengan masa sehat antara u_1 sampai u_2 dan tingkat kesadaran infeksi sebesar α_1 sampai α_2 pada waktu tadalah $\int_{u_1}^{u_2} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} S(\alpha, u, t) d\alpha du$. Jumlah orang terinfeksi covid-19 dengan masa infeksi antara v_1 sampai v_2 dan tingkat kesadaran infeksi antara α_1 sampai α_2 pada waktu t adalah $\int_{v_1}^{v_2} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} I(\alpha, v, t) d\alpha dv$. Jumlah orang sakit covid-19 dengan masa sakit antara w_1 sampai w_2 pada waktu selang waktu t adalah $\int_{w_1}^{w_2} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} A(\alpha, w, t) d\alpha dw$.

Jumlah penduduk yang banyak dan sikap social-individual memungkinkan untuk selalu terjadi penambahan infeksi. Angka infeksi covid-19 pada orang sehat dengan tingkat infeksi sebesar α pada waktu t dinyatakan dengan $B(\alpha, t)$. Besarnya infeksi dapat dihitung dengan

$$B(\alpha, t) = \beta c \alpha \frac{\int_0^1 \alpha' I(\alpha', t) d\alpha'}{\int_0^1 (S(\alpha', t) + I(\alpha', t)) d\alpha'}$$

Dengan β adalah tingkat infeksi setiap kontak dengan orang lain dan c adalah frekuensi orang kontak dengan orang lain.

Pemerintah selalu menggalakan sosialisasi untuk mencegah penyebaran covid-19 melalui media social, seperti TV, facebook, radio, dan WA. Oleh karena itu, akan terjadi perubahan tingkat infeksi. Angka perubahan tingkat kesadaran infeksi orang-orang sehat dari α ke β dinyatakan dengan $C(\alpha, \beta)$. Angka perubahan tingkat kesadaran orang terinfeksi dari α ke β dinyatakan dengan $D(\alpha, \beta)$. Angka orang sakit parah akibat terinfeksi covid-19 dapat dinyatakan dengan σ .

Manusia adalah makhluk fana. Artinya, suatu saat pasti akan mati. Tingkat kematian satu daerah dengan daerah lain berbeda-beda, namun dapat diukur. Angka kematian orang dapat dinyatakan dengan μ . Nilai $\mu = 0$ artinya tidak ada tingkat kematian pada populasi tersebut. Nilai $\mu = 1$ artinya tingkat kematian pada populasi tersebut adalah 100%. Angka kematian akibat covid19 dapat disimbolkan dengan γ .

Model matematika jumlah orang sehat dengan masa sehat antara u_1 sampai u_2 dan tingkat infeksi antara α_1 sampai α_2 pada suatu populasi atau masyarakat adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} & \int_{u_1}^{u_2} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} S(\alpha, u + \Delta t, t + \Delta t) d\alpha du \\ &= \int_{u_1}^{u_2} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} S(\alpha, u, t) d\alpha du \\ &- \mu \int_{v_1}^{v_2} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} S(\alpha, v, t) d\alpha dv \Delta t \\ &- \int_{u_1}^{u_2} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} B(\alpha, t) S(\alpha, u, t) d\alpha du \Delta t \\ &- \int_{u_1}^{u_2} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} \int_0^1 C(\alpha, y) dy S(\alpha, u, t) d\alpha du \Delta t \\ &+ \int_{u_1}^{u_2} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} \int_0^1 C(x, \alpha) S(x, u, t) dx d\alpha du \Delta t + o(\Delta t) \end{aligned}$$

Jumlah orang sehat pada selang waktu Δt adalah: jumlah orang sehat dengan masa sehat, dikurangi jumlah orang sehat yang meninggal atau meninggalkan lokasi, dikurangi jumlah orang sehat yang terinfeksi, dikurangi jumlah orang sehat yang berubah tingkatnya ke luar α , ditambah jumlah orang sehat yang menuju ke α .

Model matematika jumlah orang terinfeksi covid-19 dengan tingkat kesadaran infeksi α pada suatu populasi atau suatu masyarakat adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} & \int_{v_1}^{v_2} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} I(\alpha, v + \Delta t, t + \Delta t) d\alpha dv \\ &= \int_{v_1}^{v_2} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} I(\alpha, v, t) d\alpha dv - (\mu \\ &+ \delta) \int_{v_1}^{v_2} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} I(\alpha, v, t) d\alpha dv \Delta t \\ &- \int_{v_1}^{v_2} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} \int_0^1 D(\alpha, y) dy I(\alpha, v, t) d\alpha dv \Delta t \\ &+ \int_{v_1}^{v_2} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} \int_0^1 D(x, \alpha) I(x, v, t) dx d\alpha dv \Delta t + o(\Delta t) \end{aligned}$$

Jumlah orang terinfeksi covid-19 pada selang waktu Δt adalah jumlah orang terinfeksi covid-19 pada waktu t , dikurangi jumlah orang terinfeksi covid-19 yang meninggal, dikurangi jumlah orang terinfeksi covid-19 yang menjadi sakit parah, ditambah jumlah orang terinfeksi covid-19 dengan yang sembuh.

Model matematika jumlah orang sakit parah karena covid adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} & \int_{w_1}^{w_2} A(\alpha, w + \Delta t, t + \Delta t) dw \\ &= \int_{w_1}^{w_2} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} A(\alpha, w, t) d\alpha dw - (\mu \\ &+ \gamma) \int_{w_1}^{w_2} A(w, t) dw \Delta t + o(\Delta t) \end{aligned}$$

Jumlah orang sakit covid-19 dengan tingkat infeksi α pada selang waktu Δt adalah jumlah orang sakit covid-19 dikurangi jumlah orang sakit covid-19 yang meninggal karena covid maupun bukan covid.

Persamaan-persamaan perkembangan orang sehat, orang terinfeksi, dan orang sakit covid di atas dapat disederhanakan dengan menggunakan konsep-konsep dasar kalkulus. Dengan penerapan konsep limit dan memperhatikan nilai awal maka dapat diperoleh system persamaan berikut.

$$\begin{aligned}\frac{dS(\alpha, t)}{dt} &= \lambda(\alpha) - \mu S(\alpha, t) - B(\alpha, t)S(\alpha, t) - \int_0^1 C(\alpha, y)dy S(\alpha, t) \\ &\quad + \int_0^1 C(x, \alpha)S(x, t) dx \\ \frac{dI(\alpha, t)}{dt} &= B(\alpha, t)S(\alpha, t) - (\mu + \sigma)I(\alpha, t) - \int_0^1 D(\alpha, y)dy I(\alpha, t) \\ &\quad + \int_0^1 D(x, \alpha)I(x, t) dx \\ \frac{dA(t)}{dt} &= \sigma \int_0^1 I(\alpha, t)d\alpha - (\mu + \gamma)A(t)\end{aligned}$$

Dengan syarat awal $S(\alpha, 0) \geq 0$, $I(\alpha, 0) \geq 0$, dan $A(0) \geq 0$.

System persamaan di atas dapat dikembangkan menjadi sistem persamaan multi-group bentuk diskrit sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\frac{dS_i(t)}{dt} &= \lambda_i - \mu S_i(t) - B_i(t)S_i(t) - \sum_{j=1, j \neq i}^N C_{ij} S_i(i) \\ &\quad + \sum_{j=1, j \neq i}^N C_{ji} S_j(t) \\ \frac{dI_i(t)}{dt} &= B_i(t)S_i(t) - (\mu + \sigma)I_i(t) - \sum_{j=1, j \neq i}^N D_{ij} I_i(t) \\ &\quad + \sum_{j=1, j \neq i}^{\text{N}} D_{ji} I_j(t) \\ \frac{dA(t)}{dt} &= \sigma \sum_{i=1}^N I_i(t) - (\mu + \gamma)A(t)\end{aligned}$$

Dengan syarat awal $S_i(0) \geq 0$, $I_i(0) \geq 0$, dan $A(0) \geq 0$

Pemrograman dan Visualisasi

Untuk mempermudah pemahaman terhadap pemrograman dan visualisasi perkembangan covid-19, berikut diberikan contoh kasus pemodelan perkembangan covid-19 pada masyarakat atau populasi yang mempunyai 2 kelompok subpopulasi berdasarkan tingkat infeksi sebagai berikut.

$$\frac{dS_1(t)}{dt} = \lambda_1 - \mu S_1(t) - \beta c \alpha_1 \frac{\alpha_1 I_1(t) + \alpha_2 I_2(t)}{S_1(t) + I_1(t) + S_2(t) + I_2(t)} S_1(t) - C_{12} S_1(t) + C_{21} S_2(t)$$

$$\frac{dI_1(t)}{dt} = \beta c \alpha_1 \frac{\alpha_1 I_1(t) + \alpha_2 I_2(t)}{S_1(t) + I_1(t) + S_2(t) + I_2(t)} S_1(t) - (\mu + \sigma) I_1(t) - D_{12} I_1(t) + D_{21} I_2(t)$$

$$\frac{dS_2(t)}{dt} = \lambda_2 - \mu S_2(t) - \beta c \alpha_2 \frac{\alpha_1 I_1(t) + \alpha_2 I_2(t)}{S_1(t) + I_1(t) + S_2(t) + I_2(t)} S_2(t) - C_{21} S_2(t) + C_{12} S_1(t)$$

$$\frac{dI_2(t)}{dt} = \beta c \alpha_2 \frac{\alpha_1 I_1(t) + \alpha_2 I_2(t)}{S_1(t) + I_1(t) + S_2(t) + I_2(t)} S_2(t) - (\mu + \sigma) I_2(t) - D_{21} I_2(t) + D_{12} I_1(t)$$

$$\frac{dA(t)}{dt} = \sigma (I_1(t) + I_2(t)) - (\mu + \gamma) A(t)$$

Dengan syarat awal $S_1(0) \geq 0, S_2(0) \geq 0, I_1(0) \geq 0, I_2(0) \geq 0$ dan $A(0) \geq 0$.

Berikut diberikan suatu contoh kasus yang terjadi pada suatu masyarakat dimana jumlah orang yang sakit parah $A(0) = 50$. Pada masyarakat tersebut dapat dikategorikan dalam dua kelompok. Kelompok pertama mempunyai tingkat infeksi $\alpha_1 = 0.2$. Kelompok ke dua mempunyai tingkat infeksi $\alpha_2 = 0.8$. Pada waktu itu, kelompok pertama mempunyai jumlah orang sehat $S_1(0) = 7.000$, jumlah orang terinfeksi $I_1(0) = 600$, dan tingkat kelahiran $\lambda_1 = 0$. Pada waktu itu juga, kelompok kedua mempunyai jumlah orang sehat $S_2(0) = 7.000$, jumlah orang terinfeksi $I_2(0) = 600$, dan tingkat kelahiran $\lambda_2 = 0$. Data sekunder masyarakat tersebut menunjukkan mempunyai tingkat kematian umum $\mu = 0,0003$ dan tingkat kematian akibat sakit covid $\sigma = 0,025$, serta tingkat infeksi $\gamma = 0.8$. Setelah dilakukan penyebaran angket diperoleh peluang terinfeksi setiap ketemu

orang $\beta = 0,01$ dan frekuensi seseorang bertemu dengan orang lain $c = 10$. Pengaruh sosialisasi memberikan $C_{12} = 0,3$ dan $C_{21} = 0,4$ pada orang-orang sehat dan $D_{12} = 0,3$ dan $D_{21} = 0,4$ pada orang-orang terinfeksi.

Setelah parameter-parameter tersebut disubstitusikan pada persamaan, diperoleh model matematika sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\frac{dS_1(t)}{dt} &= -0,0003S_1(t) - 0,2 \frac{0,2I_1(t) + 0,8I_2(t)}{S_1(t) + I_1(t) + S_2(t) + I_2(t)} S_1(t) \\ &\quad - 0,3S_1(t) + 0,4S_2(t) \\ \frac{dI_1(t)}{dt} &= 0,2 \frac{0,2I_1(t) + 0,8I_2(t)}{S_1(t) + I_1(t) + S_2(t) + I_2(t)} S_1(t) - 0,0253I_1(t) \\ &\quad - 0,3I_1(t) + 0,4I_2(t) \\ \frac{dS_2(t)}{dt} &= -0,0003S_2(t) - 0,8 \frac{0,2I_1(t) + 0,8I_2(t)}{S_1(t) + I_1(t) + S_2(t) + I_2(t)} S_2(t) \\ &\quad - 0,4S_2(t) + 0,3S_1(t) \\ \frac{dI_2(t)}{dt} &= 0,8 \frac{0,2I_1(t) + 0,8I_2(t)}{S_1(t) + I_1(t) + S_2(t) + I_2(t)} S_2(t) - 0,0253I_2(t) \\ &\quad - 0,4I_2(t) + 0,3I_1(t) \\ \frac{dA(t)}{dt} &= 0,025(I_1(t) + I_2(t)) - 0,8003A(t)\end{aligned}$$

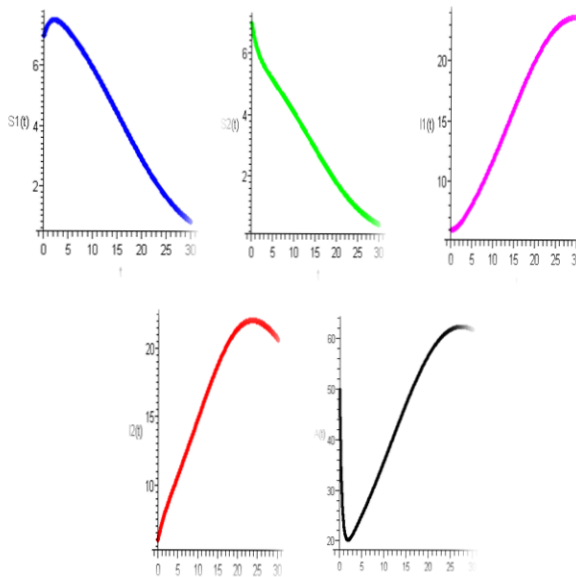
Dengan syarat awal $S_1(0) = 7000, S_2(0) = 7000, I_1(0) = 600, I_2(0) = 600$ dan $A(0) = 50$.

Sistem persamaan diferensial di atas akan sangat sulit jika diselesaikan secara manual. Untuk mempermudah, kita bisa menggunakan program-program komputer yang sudah ada. Salah satu program yang dapat digunakan adalah program MAPLE, berikut:

```
> restart;
> with(DEtools):DEplot([D(S1)(t)=-0.0003*S1(t)-
0.2*S1(t)*(0.2*I1(t)+0.8*I2(t))/(S1(t)+I1(t)+S2(t)+I2(t))-
0.3*S1(t)+0.4*S2(t),D(I1)(t)=
0.2*S1(t)*(0.2*I1(t)+0.8*I2(t))/(S1(t)+I1(t)+S2(t)+I2(t))-
0.0253*I1(t)-0.3*I1(t)+0.4*I2(t),D(S2)(t)=-0.0003*S2(t)-
0.8*S2(t)*(0.2*I1(t)+0.8*I2(t))/(S1(t)+I1(t)+S2(t)+I2(t))-
0.4*S2(t)+0.3*S1(t),
D(I2)(t)=0.8*S2(t)*(0.2*I1(t)+0.8*I2(t))/(S1(t)+I1(t)+S2(t)+I2(t))
```

$(t)) - 0.0253 * I_2(t) -$
 $0.4 * I_2(t) + 0.3 * I_1(t), D(A)(t) = 0.025 * (I_1(t) + I_2(t)) -$
 $1.8003 * A(t)], [S_1(t), I_1(t), S_2(t), I_2(t), A(t)], t = 0..30, [[S_1(0) = 7000,$
 $I_1(0) = 600, S_2(0) = 7000, I_2(0) = 600, A(0) = 50]], \text{stepsize} = 0.05, \text{scene} = [t, S_1(t)], \text{linecolour} = \text{blue};$

Pengeplotan scene dan warna dapat ditentukan. Milsalkan perkembangan jumlah orang sehat dengan tingkat kesadaran infeksi 02 biru, perkembangan jumlah orang sehat dengan tingkat kesadaran infeksi 08 hijau, perkembangan jumlah orang terinfeksi dengan tingkat kesadaran infeksi 02 jingga, perkembangan jumlah orang terinfeksi dengan tingkat kesadaran infeksi 08 merah, dan perkembangan jumlah orang sakit berat hitam, diperoleh visualisasi sebagai berikut.



Gambar 1. Visualisasi Kasus Pertama Perkembangan Covid-19

Pada kasus ini jumlah orang yang sehat, terinfeksi, maupun sakit parah akan terus berkurang. Artinya, populasi akan punah. Pembelajaran yang dapat diambil dari persamaan ini adalah jangan sampai seperti ini. Harus dicari cara-cara segera untuk mencegahnya.

Berikut diberikan suatu contoh kasus lain pada suatu masyarakat dimana jumlah orang yang sakit parah $A(0) = 50$. Pada masyarakat tersebut dapat dikategorikan dalam dua kelompok. Kelompok pertama mempunyai tingkat infeksi $\alpha_1 = 0.2$. Kelompok ke dua mempunyai tingkat infeksi $\alpha_2 = 0.8$. Pada waktu itu, kelompok pertama mempunyai jumlah orang sehat $S_1(0) = 7.000$, jumlah orang terinfeksi $I_1(0) = 600$, dan tingkat kelahiran $\lambda_1 = 0$. Pada waktu itu juga, kelompok kedua mempunyai jumlah orang sehat $S_2(0) = 7.000$, jumlah orang terinfeksi $I_2(0) = 600$, dan tingkat kelahiran $\lambda_2 = 0$. Data sekunder masyarakat tersebut menunjukkan mempunyai tingkat kematian umum $\mu = 0,0003$ dan tingkat kematian akibat sakit covid $\sigma = 0,025$, serta tingkat infeksi $\gamma = 0.8$. Setelah dilakukan penyebaran angket diperoleh peluang terinfeksi setiap ketemu orang $\beta = 0,01$ dan frekuensi seseorang bertemu dengan orang lain $c = 0$. Pengaruh sosialisasi memberikan $C_{12} = 0,3$ dan $C_{21} = 0,4$ pada orang-orang sehat dan $D_{12} = 0,3$ dan $D_{21} = 0,4$ pada orang-orang terinfeksi.

Setelah parameter-parameter tersebut disubstitusikan pada persamaan, diperoleh model matematika sebagai berikut.

$$\frac{dS_1(t)}{dt} = -0,0003S_1(t) - 0,3S_1(t) + 0,4S_2(t)$$

$$\frac{dI_1(t)}{dt} = 0,0253I_1(t) - 0,3I_1(t) + 0,4I_2(t)$$

$$\frac{dS_2(t)}{dt} = -0,0003S_2(t) - 0,4S_2(t) + 0,3S_1(t)$$

$$\frac{dI_2(t)}{dt} = -0,0253I_2(t) - 0,4I_2(t) + 0,3I_1(t)$$

$$\frac{dA(t)}{dt} = 0,025(I_1(t) + I_2(t)) - 0,8003A(t)$$

Dengan nilai awal $S_1(0) = 7000$, $I_1(0) = 600$, $S_2(0) = 7000$, $I_2(0) = 600$, dan $A(0) = 50$.

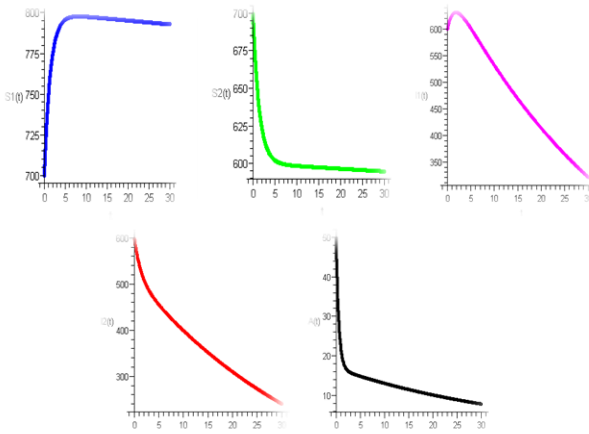
Setelah menggunakan program MAPLE dapat dituliskan sebagai berikut.

```

> restart;
> with(DEtools):DEplot([D(S1)(t)=-0.0003*S1(t)-
0.3*S1(t)+0.4*S2(t),D(I1)(t)=-0.0253*I1(t)-
0.3*I1(t)+0.4*I2(t),D(S2)(t)=-0.0003*S2(t)-
0.4*S2(t)+0.3*S1(t),D(I2)(t)=-0.0253*I2(t)-
0.4*I2(t)+0.3*I1(t),D(A)(t)=0.025*(I1(t)+I2(t))-
1.8003*A(t)], [S1(t), I1(t), S2(t), I2(t), A(t)], t=0..30, [[S1(0)=7000
,I1(0)=600,S2(0)=7000,I2(0)=600,A(0)=50]], stepsize=0.05, scene=[t,S1(t)], linecolour=blue);

```

Pengeplotan scene dan warna dapat ditentukan. Milsalkan perkembangan jumlah orang sehat dengan tingkat kesadaran infeksi 02 biru, perkembangan jumlah orang sehat dengan tingkat kesadaran infeksi 08 hijau, perkembangan jumlah orang terinfeksi dengan tingkat kesadaran infeksi 02 jingga, perkembangan jumlah orang terinfeksi dengan tingkat kesadaran infeksi 08 merah, dan perkembangan jumlah orang sakit berat hitam, diperoleh visualisasi sebagai berikut.



Gambar 2. Visualisasi Kasus Kedua Perkembangan Covid-19

Pada kasus ini jumlah orang yang sehat akan terus tidak berkurang drastis. Artinya, populasi aman. Pembelajaran dari persamaan ini adalah perlunya memiliki kesadaran infeksi virus dan perlunya menjaga jarak dengan orang lain.

Simpulan

Pemodelan matematika dan visualisasi perkembangan covid-19 dapat digunakan untuk belajar matematika secara kontekstual. Melalui pemodelan dan visualisasi perkembangan covid-19, mahasiswa dapat teredukasi tentang bahaya covid-19. Hal ini dapat menumbuhkan kesadaran mahasiswa untuk mematuhi protokol kesehatan. Selain itu, pemodelan matematika dan visualisasi perkembangan covid-19 dapat menimbulkan beberapa pertanyaan kritis. Pertanyaan tentang teknik-teknik mengambil data dapat memotivasi mahasiswa untuk belajar teknik-teknik pengambilan data. Pertanyaan teknik-teknik memecahkan masalah matematika dapat memotivasi mahasiswa untuk belajar teknik-teknik integral dan turunan dalam kalkulus. Pertanyaan teknik menggunakan program komputer untuk visualisasi dapat memotivasi mahasiswa untuk belajar pemrograman computer. Pertanyaan tentang penyelesaian persamaan diferensial dapat memotivasi mahasiswa untuk belajar persamaan diferensial.

Referensi

- Abdul Halim *Fathani*. (2009). *Matematika Hakikat & Logika*. Ar-Ruzz Media. Jogjakarta
- bbc.com. (2020). *Virus corona: 'Kemungkinan Covid-19 tidak akan pernah hilang', kata WHO*. 14 Mei 2020. <https://www.bbc.com/indonesia/dunia-52657058>. diakses tanggal 28 Mei 2020
- Darmadi, D. (2016). Profil berpikir visual mahasiswa calon guru matematika dalam memahami definisi formal barisan konvergen berdasarkan perbedaan gender. *Jurnal Penelitian LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat) IKIP PGRI Madiun*, 3 (1), 45-60.
- Darmadi. (2005). *Pemodelan Matematika Pertumbuhan HIV/AIDS Berdasarkan Tingkat Kesadaran Menggunakan Kondom*. Penelitian. IKIP PGRI Madiun.

- Darmadi. (2006). *Titik Stabilitas Disease-Free Pemodelan Pertumbuhan HIV/AIDS Berdasarkan Tingkat Kesadaran Menggunakan Kondom*. Penelitian. IKIP PGRI Madiun
- Darmadi. (2007). *Pemanfaatan Pemodelan Matematika Pertumbuhan HIV/AIDS Berdasarkan Tingkat Kesadaran Menggunakan Kondom pada Suatu Populasi*. Penelitian. IKIP PGRI Madiun.
- Darmadi. (2004). *Bifurkasi dan Titik Stabilitas Diseases-Free Pemodelan Matematika Pertumbuhan HIV/AIDS Berdasarkan Tingkat Kesadaran Menggunakan Kondom*. Penelitian. IKIP PGRI Madiun
- Djoko Mursito & Hussain Bumulo. (2005). *Matematika untuk Ekonomi dan Aplikasinya*.
- Dony Setyawan. (2020). *BLT Desa Cair, Bupati Ngawi Minta Masyarakat Bijak Penggunaanya*. Ditayangkan pada May 18, 2020 di Berita/Kabar Ngawi/Pemerintahan. <https://suara.ngawikab.go.id/> diakses tanggal 28 Mei 2020
- Greenhalgh, David, Murray Doyle dan Fraser Lewis. (2001). *A Mathematical Treatment of Condom Use*. *Ima Journal of Mathematics Applied in Medicine and Biology*
- headtopics.com. (2020). *NewnormalIndonesia. Persiapan New Normal, Jokowi Siagakan TNI/Polri di 4 Provinsi dan 25 Kabupaten/Kota*. 26/05/2020 6:37:00. <https://headtopics.com/id/persiapan-new-normal-jokowi-siagakan-tni-polri-di-4-provinsi-dan-25-kabupaten-kota-13263604>. diakses 28 Mei 2020
- Health.nsw.gov.au. (2020). *Tentang COVID-19 (korona virus) - Diseases*. <https://www.health.nsw.gov.au/Infectious/diseases/>. diakses tanggal 28 Mei 2020
- Herman Hudoyo. (2005). *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*, Universitas Negeri Malang.
- Heruman. 2007. *Model Pembelajaran Matematika*. PT Remaja Rosdakarya. Bandung

- Kedungprahu. (2020a). *.Bagi Masker Gratis, Ayo Wujudkan Kedungprahu Zero Covid-19*. Apr 18, 2020 | Berita Desa. Kedungprahu.Ngawikab.ID–Jumat. www.kedungprahu.ngawikab.id/ diakses tanggal 27 Mei 2020
- Kedungprahu. (2020b). *Penyemprotan Desinfektan Pemdes Kedungprahu Bersama Upt Puskesmas Padas Dan Muspika Padas*. Apr 13, 2020 | Berita Desa, Video.<https://kedungprahu.ngawikab.id/> diakses tanggal 27 Mei 2020
- Legundi. (2020a). *Perdana Posko Covid 19 Desa Legundi*. Apr 2, 2020 | berita, Berita Desa.<https://legundi.ngawikab.id/> diakses tanggal 27 Mei 2020
- Legundi. (2020b). *Pembentukan Tim Relawan Covid 19 Desa Legundi*. Apr 1, 2020 | berita, Berita Desa. <https://legundi.ngawikab.id/>diakses 27 Mei 2020
- Legundi.(2020c). *Desa Legundi melawan Korona*. Mar 21, 2020 | Berita Desa.<https://legundi.ngawikab.id/> diakses tanggal 27 Mei 2020
- Maspolin. (2020). *Cegah Penyebaran Covid 19, Polres Tuban Perketat Pos Check Point Ops Ketupat Semeru 2020 Jatim – Jateng*. 25 Mei 2020 13: 02.Maspolin Bojonegoro. <https://maspolin.id/2020/05/25/cegah-penyebaran-covid-19-polres-tuban-perketat-pos-check-point-ops-ketupat-semeru-2020-jatim-jateng/>. diakses tanggal 27 Mei 2020
- msn.com. 2020.*WHO: Virus Corona Mungkin Tidak Akan Pernah Hilang*. dw.com. 14/05/2020. <https://www.msn.com/id-id/berita/other/who-virus-corona-mungkin-tidak-akan-pernah-hilang/ar-BB143JpY>. Diakses tanggal 28 Mei 2020
- Naipospos Hautauruk. (1984). *A Dictionary Of Mathematics*. Erlangga. Hal 62
- Nurul Hidayati. (2020). *Komunitas Temurose Indonesia, Pendekar Psht Dukung Pemerintah dalam Tanggulangi Covid-19*. Apr18,2020|www.kedungprahu.ngawikab.id/category/berita-ngawi/ diakses tanggal 27 Mei 2020

- Ruseffendi.1998. *Pengantar Kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dalam Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito.
- Siti Muryani. (2020). *.Pembagian masker gratis Desa Legundi*. Apr 19, 2020 | Berita Desa. <https://legundi.ngawikab.id/> diakses tanggal 27 Mei 2020
- Sukardjono.(2007). *Hakikat dan Sejarah Matematika*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Sumardyono.(2004). *Karakteristik Matematika dan Implikasinya terhadap Pembelajaran Matematika*. Yogyakarta: Depdiknas.
- Susanto, yusuf.(2013). *Teori Belajar & Pembelajaran di Sekolah Dasar*. Jakarta : Kencana Prenadamedia Group.
- Sutomo, Catur. (2002). *Matematika Asyik*. Jakarta. Grasindo
- Syamsudin.(2005). *Matematika SMK 1 Kelompok Bisnis Manajemen*.
- theworldnews.net. (2020). *Persiapan 'New Normal', Presiden Jokowi Datangi Mal Summarecon Bekasi*.<https://theworldnews.net/id-news/persiapan-new-normal-presiden-jokowi-datangi-mal-summarecon-bekasi>. diakses tanggal 28 Mei 2020
- Today.line.me. (2020).*Bahaya Virus Corona Covid-19, Ini Risikonya pada Pasien*.<https://today.line.me/id/pc/article/Bahaya+Virus>.diakses tanggal 28 Mei 2020
- Varberg, Purcell, Rigdon. (2003). *Calculus*, 8th edition. Prentice Hall, inc yang diterjemahkan oleh I nyoman Susila dan editor Hilarius Wibi Hardani dan Santika. Penerbit Erlangga

Bagian 8

***Decision Making* Guru dalam Menggunakan Platform untuk Pembelajaran Matematika Pada Masa Pandemi Covid-19**

Wasilatul Murtafiah

Pendidikan Matematika. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas PGRI Madiun

email: wasila.mathedu@unipma.ac.id

Abstrak

Decision making (pengambilan keputusan) merupakan kegiatan yang berada di jantung proses pembelajaran. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif. Subjek penelitian merupakan guru matematika di beberapa pulau di Indonesia (Jawa, Madura, Kalimantan dan Irian Jaya). Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara terstruktur melalui kuisisioner survei. Analisis data dilakukan melalui reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan dengan bantuan program InVivo 12. Hasil penelitian menunjukkan bahwa guru matematika melakukan pengambilan keputusan tentang penggunaan platform untuk pembelajaran melalui tahapan: (1) Guru membangun ide penggunaan platform untuk pembelajaran matematika yang didominasi oleh platform *whatsapp*, *google classroom* dan *youtube*, (2) Guru mengklarifikasi ide tentang penggunaan platform untuk pembelajaran matematika dengan memberikan alasan-alasan terkait kemudahan penggunaan platform serta membandingkan satu platform dengan platform lainnya, dan (3) Guru menilai kewajaran ide dengan mendasarkannya pada alasan kemudahan penggunaan platform dan tujuan pembelajaran sehingga diperoleh keputusan bahwa 3 platform yang paling efektif adalah *whatsapp*, *google classroom*, dan *zoom*.

Kata kunci: *decision making, platform*

Pendahuluan

Sejak pertengahan Maret 2020, Indonesia mengalami pandemic Covid-19. Hampir semua wilayah di Indonesia berzona merah, karena setiap wilayah kota maupun kabupaten ada yang positif terinfeksi Covid-19 (Gugus Tugas Percepatan Penanganan COVID-19, 2020). Untuk memutus rantai penyebaran Covid-19, pemerintah Indonesia menghimbau kepada seluruh rakyat Indonesia baik orang dewasa maupun anak-anak agar tidak berinteraksi secara fisik (*physical distancing*). Kondisi ini tentu berimbas juga pada dunia pendidikan di Indonesia.

Adanya pandemi Covid-19 menyebabkan perubahan yang drastis pada penyelenggaraan pendidikan mulai dari tingkat dasar sampai tinggi. Untuk mewujudkan *physical distancing* dan pembatasan sosial berskala besar, Menteri pendidikan Indonesia menetapkan bahwa semua kegiatan pembelajaran dilakukan dari rumah masing-masing (Kemendikbud RI, 2020). Penyelenggaraan pendidikan tidak dapat dilakukan seperti sebelum adanya pandemi Covid-19, dimana guru terbiasa merancang pembelajaran sebelum pelaksanaan pembelajaran di kelas.

Pembelajaran bagi siswa harus tetap dilaksanakan, sehingga para guru harus memutuskan sendiri bagaimana merancang pembelajaran di masa pandemi Covid-19, karena belum adanya pedoman yang jelas yang ditetapkan oleh pemerintah dalam penyelenggaraan pembelajaran dari rumah. Para guru tetap dituntut untuk menyelenggarakan pembelajaran dari rumah meskipun belum ada persiapan terkait perangkat pembelajaran apa saja yang mendukung pembelajaran dari rumah. Dengan demikian kreativitas guru sangat penting dalam menghadapi kondisi seperti ini. Sejalan dengan Lev-Zamir & Leikin (2011) bahwa kreativitas guru sangat penting untuk mencapai tujuan di tengah kondisi yang tidak ideal.

Kreativitas seseorang terjadi ketika seseorang melakukan berpikir kreatif yang dilakukan melalui berpikir. Untuk menjadi kreatif dalam menyelenggarakan pembelajaran, seorang guru harus melakukan proses berpikir. Seseorang melakukan proses berpikir pada saat melakukan *problem solving* (pemecahan masalah) dan *decision making* (pengambilan keputusan) (Swartz & Perkins, 1989). Pengambilan keputusan terdiri dari 3 tahap yaitu membangun ide, mengklarifikasi ide dan menilai kewajaran ide (Swartz, Fischer, & Parks, 1998).

Guru membangun ide, mengklarifikasi ide, dan menilai kewajaran ide dalam menggunakan platform untuk membelajarkan matematika pada masa pandemi Covid-19. Membangun ide meliputi ide-ide atau variasi ide apa saja yang dimiliki guru dalam menyelenggarakan pembelajaran (Murtafiah, Sa'dijah, Chandra, Susiswo, & Zayyadi, 2020). Mengklarifikasi ide meliputi memberikan alasan-alasan serta membandingkan antara ide-ide yang dimiliki (Murtafiah, Sa'dijah, Chandra, & Susiswo, 2019). Menilai kewajaran ide berkaitan dengan memberikan alasan logis terhadap hal yang dipilih (Murtafiah et al., 2019).

Beberapa penelitian tentang pengambilan keputusan dalam pembelajaran matematika telah dilakukan (Borko, Roberts, & Shavelson, 2008; Kosko & Herbst, 2012; Murtafiah et al., 2019; Murtafiah et al., 2020). Borko et al. (2008) mengungkapkan mengenai hal-hal yang mempengaruhi pengambilan keputusan guru dalam merancang pembelajaran matematika. Kosko & Herbst (2012) meneliti tentang pengambilan keputusan guru dalam memberikan pertanyaan-pertanyaan dalam pembelajaran matematika. Murtafiah et al. (2019) mengungkapkan tentang pengambilan keputusan calon guru dalam merancang media berbasis ICT. Murtafiah et al. (2020) mengungkapkan tentang pengambilan keputusan guru pemula dan guru berpengalaman dalam merancang masalah matematika.

Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan belum adanya penelitian tentang pengambilan keputusan guru dalam menyelenggarakan pembelajaran matematika pada masa pandemi Covid-19. Salah satu yang dilakukan guru adalah memikirkan platform apa yang digunakan untuk membelajarkan matematika. Platform dalam penelitian ini adalah program yang dapat digunakan sebagai media untuk pembelajaran matematika. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan pengambilan keputusan guru dalam menggunakan platform untuk pembelajaran matematika pada masa pandemi Covid-19. Hasil penelitian ini akan menunjukkan platform apa saja yang efektif menurut guru untuk membelajarkan matematika di Indonesia.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Guru matematika di Indonesia yang mengajar di sekolah tingkat dasar sampai menengah menjadi subjek dalam penelitian ini. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara terstruktur melalui kuisisioner survey yang menggunakan *google form*. Panduan wawancara terstruktur yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Panduan wawancara dirancang berdasarkan kerangka pengambilan keputusan menurut Swartz et al. (1998).

Tabel 1. Panduan Wawancara Terstruktur tentang Pengambilan Keputusan Guru

Tahapan Pengambilan Keputusan	Pertanyaan
Membangun Ide	Platform apa saja yang mungkin Anda gunakan dalam pembelajaran matematika pada masa pandemic Covid-19?
Mengklarifikasi Ide	Berikan alasan terkait masing-masing platform yang mungkin Anda gunakan dalam pembelajaran matematika pada masa pandemic Covid-19!
Menilai Kewajaran Ide	Dari platform-platform yang Anda sebutkan, platform mana yang paling efektif digunakan pada pembelajaran matematika Anda pada masa pandemi Covid-19?

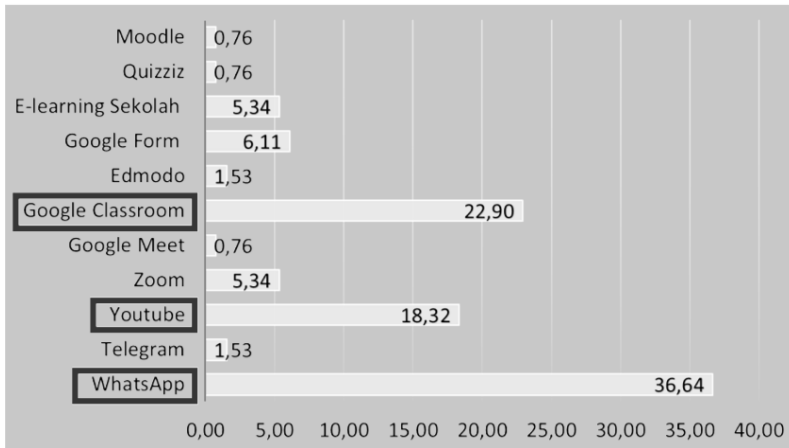
Analisis data tentang pengambilan keputusan guru menggunakan platform pembelajaran matematika pada masa pandemic Covid-19 dilakukan melalui reduksi data pengambilan keputusan guru, penyajian data pengambilan keputusan guru, dan penarikan kesimpulan tentang pengambilan keputusan guru (Miles, Huberman, & Saldana, 2014). Analisis data tentang pengambilan keputusan guru dilakukan dengan bantuan Program InVivo 12.

Hasil dan Pembahasan

Wawancara terstruktur melalui kuisisioner survey melibatkan partisipan sebanyak 58 guru matematika di Pulau Jawa, Madura, Kalimantan dan Irian Jaya. Hasil wawancara terstruktur menunjukkan bahwa terdapat pengambilan keputusan yang dilakukan oleh guru dalam menggunakan platform untuk pembelajaran matematika pada masa pandemic Covid-19. Berikut disajikan tahapan pengambilan keputusan guru yang meliputi membangun ide, mengklarifikasi ide, dan menilai kewajaran ide dalam menggunakan platform untuk pembelajaran matematika pada masa pandemi Covid-19.

Membangun Ide Penggunaan Platform untuk Pembelajaran Matematika

Membangun ide pada penelitian ini melihat ide-ide atau variasi ide apa saja yang dimiliki oleh guru menggunakan platform dalam menyelenggarakan pembelajaran matematika. Swartz & Reagan (1998) menyatakan bahwa membangun ide merupakan menyebutkan kemungkinan-kemungkinan ide, variasi ide maupun ide baru. Data kemungkinan ide-ide mengenai platform yang digunakan oleh guru matematika dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ide tentang platform pembelajaran yang dimiliki oleh guru matematika

Hasil wawancara melalui kuisioner survey menunjukkan bahwa guru membangun ide penggunaan platform untuk pembelajaran matematika yang meliputi penggunaan *whatsapp*, *telegram*, *youtube*, *zoom*, *google meet*, *google classroom*, *edmodo*, *google form*, *e-learning*, *quizziz*, dan *moodle*. Setiap guru matematika memiliki ide lebih dari satu terkait platform yang digunakan. Ide-ide yang dimiliki oleh guru didominasi oleh 3 jenis platform yang meliputi: platform *whatsapp*, *google classroom* dan *youtube*. Ide-ide yang dimiliki oleh guru-guru matematika tersebut menunjukkan bahwa mereka telah menggunakan pengetahuan tentang teknologi yang digunakannya untuk membelajarkan matematika kepada siswa.

Pengetahuan teknologi guru dapat berupa pengetahuan seorang guru terkait penggunaan platform seperti penggunaan *youtube* sebagai sarana untuk membelajarkan materi kepada siswa. Ini sejalan dengan Krauskopf, Zahn, & W.Hesse(2015) bahwa pengetahuan teknologi guru dapat ditunjukkan dengan kemampuan guru dalam menggunakan suatu platform seperti *youtube* untuk mengajarkan materi kepada siswa. Pengetahuan teknologi (*technological knowledge*) merupakan bagian TPACK

(*Technological Pedagogical and Content Knowledge*) yang sebaiknya dimiliki oleh guru (Koehler & Mishra, 2005). Guruyang efektif memiliki pengetahuan untuk menggunakan pedagogi serta teknologi secara tepat dalam mewujudkan pembelajaran dan pengajaran yang efektif dalam mata pelajaran atau bidang konten mereka masing-masing (Shulman, 1987; Reyes, Reading, Doyle, & Gregory, 2017).

Mengklarifikasi Ide Penggunaan Platform untuk Pembelajaran Matematika

Mengklarifikasi ide pada penelitian ini ditunjukkan guru dengan memberikan alasan-alasan terkait ide serta membandingkan ide satu sama lain terkait penggunaan platform untuk mengajarkan matematika kepada siswa pada masa pandemic Covid-19. Menurut Swartz & Reagan (1998), mengklarifikasi ide merupakan menganalisis ide dengan memberikan alasan-alasan dibalik ide serta membandingkan ide-ide yang dimiliki. Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan InVivo 12, guru-guru matematika memiliki alasan-alasan mengenai ide penggunaan platform untuk membelajarkan matematika sebagai berikut.



- Mudah Diakses Siswa
- Sarana Komunikasi Efektif
- Mayoritas Siswa Memiliki WA
- Mudah Diakses Wali Murid
- Vitur WA
- Kuota Internet

a. Whatsapp



- Memudahkan Mananemen Berkas
- Vitur Mudah Digunakan
- Memudahkan Evaluasi
- Memudahkan Pemberian Materi
- Banyak Alternatif
- Memori Data Kecil

b. Google classroom



- Kejelasan Materi
- Mudah Diakses
- Banyak Informasi Didapat
- Kemenarikan Audio Visual
- Dapat Terintegrasi Software Lain
- Sarana Publikasi Siswa

c. Youtube



- Digunakan Sharing Materi
- Komunikasi Efektif
- Komunikasi Secara Daring
- Vitur Zoom

d. Zoom



Gambar 2. Alasan guru terkait penggunaan platform untuk pembelajaran matematika

Untuk platform *whatsapp* yang ditunjukkan pada Gambar 2a, guru-guru matematika menyatakan bahwa *whatsapp* mudah diakses oleh siswa, efektif untuk komunikasi, mayoritas siswa memiliki *whatsapp*, mudah diakses oleh wali murid, fitur *whatsapp* mendukung, menghemat kuota internet. Fitur *whatsapp* mendukung pembelajaran, ini seperti yang disampaikan oleh salah satu guru (G4), “Fitur-fitur *whatsapp* memberikan fasilitas selain bisa chatting juga bisa mengirim dokumen, foto maupun video yang bisa diakses dengan mudah sebagai media pembelajaran”. Menghemat kuota internet, ini sejalan dengan pernyataan salah satu guru (G12) “karena siswa kebanyakan punya data internet untuk *whatsapp*”. Ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Takkac (2019) bahwa sebagai aplikasi media sosial yang populer, *whatsapp* telah menjadi bagian yang tak terpisah dari kehidupan banyak orang di dunia dan para peneliti telah menyelidiki manfaat individual, sosial dan pedagogis dari alat ini. Selain itu, *whatsapp* dapat mempengaruhi guru dalam melakukan pengambilan keputusan dalam pembelajaran (Tamir, Etgar, & Peled, 2020).

Untuk platform *google classroom* yang ditunjukkan pada Gambar 2b, guru-guru matematika menyatakan bahwa *google classroom* memudahkan untuk pengaturan berkas (tugas-tugas

siswa), fitur *google classroom* mudah digunakan, memudahkan untuk proses evaluasi, memudahkan pemberian materi, banyak alternatif cara penyajian materi/soal, memori data kecil. Ini seperti yang disampaikan oleh salah satu guru matematika (G17) *“karena materi ataupun tugas yang dikerjakan siswa dapat diterima dan dikoreksi tanpa perlu menyimpannya di memori internal maupun eksternal.”* Alasan-alasan yang diberikan oleh guru-guru matematika ini sejalan dengan Heggart & Yoo (2018) bahwa *google classroom* meningkatkan partisipasi dan pembelajaran siswa dan meningkatkan dinamika kelas. Kemampuan siswa yang diajarkan dengan menggunakan *google classroom* lebih baik jika dibandingkan dengan kelompok lain yang tidak menggunakan *google classroom* (Sujanah, Cahyono, & Astuti, 2020).

Untuk platform *youtube* yang ditunjukkan pada Gambar 2c, guru-guru matematika menyatakan bahwa melalui penggunaan *youtube* materi dapat disampaikan dengan jelas, mudah diakses, banyak informasi yang didapat, audiovisual, dapat terintegrasi dengan *software* lain, serta dapat digunakan sebagai sarana publikasi siswa. Ini seperti alasan yang disampaikan oleh salah satu guru matematika (G4), *“karena memudahkan siswa, matematika sulit dipahami jika hanya menggunakan bacaan saja tanpa ada orang yg menjelaskan”*. Selain itu, G7 juga menyampaikan alasan bahwa melalui *youtube*, *“saya dapat menyampaikan pembelajaran dalam bentuk video sebagai aktualisasi pembelajaran secara audio visual”*. Alasan yang disampaikan oleh guru-guru matematika tersebut sejalan dengan Fleck, Beckman, Sterns, & Hussey (2014) siswa memiliki respon yang positif terhadap video *youtube* yang disajikan oleh guru dalam pembelajaran. Siswa yang belajar dengan menggunakan *youtube* dapat meningkatkan kinerja akademik mereka (Bardakci, 2019). Penggunaan *youtube* dalam lingkungan belajar formal diterima secara positif (Maziriri, Gapa, & Chuchu, 2020).

Untuk platform *zoom* yang ditunjukkan pada Gambar 2d, guru-guru matematika menyatakan bahwa *zoom* dapat digunakan untuk *sharing* materi, dapat digunakan sebagai alat komunikasi yang efektif, dapat digunakan untuk komunikasi daring, dan fitur *zoom* mendukung untuk digunakan sebagai media untuk pembelajaran matematika. Salah satu guru matematika (G20) menyatakan, “*zoom digunakan siswa saat memerlukan komunikasi langsung/tatap muka. Biasanya untuk materi yang sulit dimengerti, dimana siswa harus melihat gambar atau grafik. Gurubisa menjelaskan materi berupa power point. Namun, tidak semua siswa mampu mengakses karena memerlukan kuota lebih besar. Oleh sebab itu guru tidak mungkin menggunakan zoom secara rutin*”. *Zoom* dimanfaatkan oleh guru untuk membelajarkan siswa melalui komunikasi secara *online* dan tatap muka (*synchronous*). Jenis komunikasi *synchronous* ini dapat menumbuhkan refleksi kapan saja, di mana saja, pemikiran kritis, dan pembelajaran mendalam (Lowenthal, Snelson, & Dunlap, 2017).

Untuk platform *e-learning* yang ditunjukkan pada Gambar 2e, guru-guru matematika menyatakan bahwa *e-learning* yang dikembangkan mudah dioperasikan, karena kebijakan lembaga, sesuai kondisi sekarang, serta memudahkan pengontrolan. Salah satu guru matematika (G10) yang telah memiliki *learning management system (e-learning)* di sekolahnya menyatakan bahwa “*aplikasi sekolah (e-learning) ini kita gunakan untuk melaksanakan penilaian akhir tahun, sehingga kita bisa mengontrol semua aktifitas guru dan siswa secara langsung mengenai ujian ini, sehingga pembelajaran online ini bisa benar-benar terpantau dengan baik*”. Alasan yang disampaikan oleh guru matematika tersebut sejalan dengan Ahmed, Hussain, & Farid (2018) yang menyatakan bahwa tes online merupakan strategi yang efektif dalam inovasi penggunaan teknologi pendidikan.

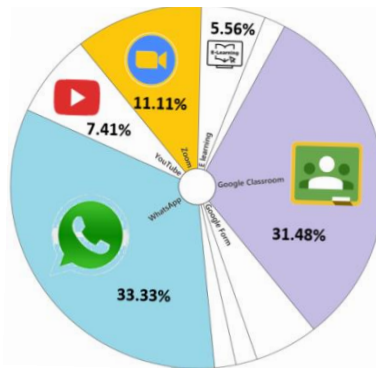
Untuk platform *telegram* yang ditunjukkan pada Gambar 2f, guru-guru matematika menyatakan bahwa fitur *telegram* mudah digunakan dan dapat membuat grup dengan banyak

anggota. Salah satu guru matematika menyatakan alasan bahwa *“telegrambisa membuat grup dengan anggota lebih banyak dan media yang mudah”*. Hasil penelitian ini juga sejalan A. Abu-Ayfeh (2019) yang menunjukkan bahwa mayoritas siswa menganggap *telegram* sebagai alat yang berguna untuk pembelajaran. Selain itu, Siswamemiliki sikap positif terhadap penggunaan *telegram* dalam pembelajaran(Aghajani & Adloo, 2018).

Untuk platform *google meet* yang ditunjukkan pada Gambar 2g, guru-guru matematika menyatakan bahwa *google meet* relatif aman jika dibandingkan dengan *zoom* dan mudah diakses. Salag satu guru matematika (G32) menyatakan bahwa *“penggunaan google meet banyak yang tidak nyaman dan takut data di HP dihack orang jika menggunakan zoom”*. Ini sejalan dengan Çakiroğlu (2019) bahwa penggunaan platform *google meet* ini dapat memberikan korelasi yang positif antara keikutsertaan siswa secara langsung dengan kemampuan kognitif siswa.

Menilai Kewajaran Ide Penggunaan Platform untuk Pembelajaran Matematika

Menilai kewajaran ide dalam penelitian ini adalah guru memberikan alasan logis terhadap hal yang dipilih terkait platform yang digunakan dalam membelajarkan matematika pada masa pandemi Covid-19. Swartz & Reagan (1998) menyatakan bahwa menilai kewajaran ide ditandai dengan menyatakan sebab akibat serta memberikan prediksi terkait ide yang dimiliki. Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan InVivo 12, guru-guru matematika melakukan penilaian kewajaran ide dengan menyatakan platform yang paling efektif digunakan dalam membelajarkan matematika pada siswa pada masa pandemi Covid-19.



Gambar 3. Penilaian Kewajaran Ide Guru Terkait Penggunaan Platform Pembelajaran Matematika

Hasil analisis *Invivo* 12 pada Gambar 3, menunjukkan bahwa guru menilai kewajaran ide dengan mendasarkannya pada alasan kemudahan penggunaan platform dan tujuan pembelajaran sehingga diperoleh keputusan bahwa 3 platform yang paling efektif adalah *whatsapp*, *google classroom*, dan *zoom*. Ini ditunjukkan dengan pernyataan yang disampaikan oleh salah satu guru matematika (G45) bahwa “*zoom efektif dalam pemahaman siswa, google classroom efektif dalam administrasi kelas. whatsapp efektif dalam penyampaian informasi.*” Penggunaan *whatsapp* dan *google classroom* dapat digunakan dengan tidak terlalu terikat waktu karena informasi yang disampaikan dapat diterima tidak harus pada waktu yang bersamaan. Penggunaan *zoom* merupakan bentuk pembelajaran online yang dilakukan pada waktu yang bersamaan dan dengan tatap maya. Bentuk pembelajaran online di waktu yang sama dan tempat berbeda merupakan bentuk pembelajaran sinkron, sedangkan pembelajaran online dengan model asinkron merupakan pembelajaran yang dilaksanakan pada waktu yang berbeda (Romero-Hall & Vicentini, 2017; Ogbonna, Ibezim, & Obi, 2019). Pembelajaran online dalam dunia pendidikan terus tumbuh karena permintaan yang kuat. Meskipun banyak pembelajaran online

didasarkan pada model asinkron, ada pembelajaran yang membutuhkan interaksi waktu nyata antara siswa dengan siswa serta siswa dengan guru, yang berarti interaksi sinkron diperlukan (Kreie, Johnson, & Lebsack, 2017).

Pengambilan keputusan yang dilakukan oleh guru dalam membelajarkan matematika kepada siswa di masa pandemic Covid-19 ini didasarkan pada pengetahuan guru tentang teknologi, pedagogik serta pengalaman dan latar belakang. Guru harus terbiasa dengan berbagai pendekatan pedagogis dan cara yang tepat untuk menggunakan TIK dalam pembelajaran (Valtonen et al., 2017). Guru juga harus memiliki kerangka kerja pengetahuan konten pedagogis teknologi (TPACK) yang menyediakan model teoritis untuk mempelajari cara-cara dimana para guru menggunakan TIK dalam pendidikan (Reyes et al., 2017). Keputusan pembelajaran yang dilakukan oleh guru dilatarbelakangi oleh adanya pandemi Covid-19 serta himbuan menteri pendidikan Indonesia agar pembelajaran dilakukan dari rumah. Ini sejalan dengan Borko et al. (2008) bahwa latar belakang merupakan hal yang termasuk mempengaruhi pengambilan keputusan guru dalam merancang pembelajaran. Platform-platform yang dipilih oleh guru juga dipengaruhi oleh pengalaman guru terkait penggunaan teknologi informasi dan komunikasi. Ini sejalan dengan König, dkk. (2015) dan Huang (2015) bahwa apa yang telah dialami atau pengalaman guru mempengaruhi perolehan dan pengembangan guru lebih lanjut dari pengetahuan dan keterampilan pedagogis umum yang dimiliki.

Kesimpulan

Guru matematika melakukan pengambilan keputusan tentang penggunaan platform untuk pembelajaran pada masa pandemi Covid-19 yang meliputi tahapan: (1) Guru membangun ide penggunaan platform untuk pembelajaran matematika yang didominasi oleh platform *whatsapp*, *google classroom*, dan *youtube*, (2) Guru mengklarifikasi ide tentang

penggunaan platform untuk pembelajaran matematika dengan memberikan alasan-alasan terkait kemudahan penggunaan platform serta membandingkan satu platform dengan platform lainnya, dan (3) Guru menilai kewajaran ide dengan mendasarkannya pada alasan kemudahan penggunaan platform dan tujuan pembelajaran sehingga diperoleh keputusan bahwa 3 platform yang paling efektif adalah *whatsapp*, *google classroom*, dan *zoom*.

Referensi

- A. Abu-Ayfah, Z. (2019). Telegram App in Learning English: EFL Students' Perceptions. *English Language Teaching*, 13(1), 51. <https://doi.org/10.5539/elt.v13n1p51>
- Aghajani, M., & Adloo, M. (2018). The effect of online cooperative learning on students' writing skills and attitudes through telegram application. *International Journal of Instruction*, 11(3), 433–448. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11330a>
- Ahmed, M. U., Hussain, S., & Farid, S. (2018). Factors influencing the adoption of e-learning in an open and distance learning institution of Pakistan. *Electronic Journal of E-Learning*, 16(2), 148–158.
- Bardakci, S. (2019). Exploring high school students' educational use of youtube. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 20(2), 260–278. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v20i2.4074>
- Borko, H., Roberts, S. A., & Shavelson, R. (2008). Teachers' Decision Making: from Alan J. Bishop to Today. In *Critical Issues in Mathematics Education Major Contribution of Alan Bishop* (pp. 37–70). New York: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09673-5>
- Çakiroğlu, Ü. (2019). Community of Inquiry in Web Conferencing: Relationships between Cognitive Presence and Academic Achievements. *Open Praxis*, 11(3), 243. <https://doi.org/10.5944/openpraxis.11.3.968>

- Fleck, B. K. B., Beckman, L. M., Sterns, J. L., & Hussey, H. D. (2014). YouTube in the Classroom: Helpful Tips and Student Perceptions. *The Journal of Effective Teaching*, 14(3), 21–37.
- Gugus Tugas Percepatan Penanganan COVID-19. (2020). *Data Sebaran Covid-19*. Retrieved from <https://covid19.go.id/>
- Heggart, K. R., & Yoo, J. (2018). Getting the most from google classroom: A pedagogical framework for tertiary educators. *Australian Journal of Teacher Education*, 43(3), 140–153. <https://doi.org/10.14221/ajte.2018v43n3.9>
- Huang, J. L. (2015). Cultivating teacher thinking: ideas and practice. *Educational Research for Policy and Practice*, 14(3), 247–257. <https://doi.org/10.1007/s10671-015-9184-1>
- Kemendikbud RI. (2020). *Pedoman Penyelenggaraan Belajar dari Rumah*. Retrieved from <https://www.kemdikbud.go.id/>
- Koehler, M., & Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 131–151.
- König, J., Blömeke, S., & Kaiser, G. (2015). Early Career Mathematics Teachers' General Pedagogical Knowledge and Skills: Do Teacher Education, Teaching Experience, and Working Conditions Make a Difference? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(2), 331–350. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9618-5>
- Kosko, K., & Herbst, P. (2012). Evaluating Teachers' Decisions in Posing a Proof Problem. In *Proceedings of the 34th annual meeting of the North American Chapter of the International Group of the Psychology of Mathematics Education* (pp. 813–820).
- Krauskopf, K., Zahn, C., & W.Hesse, F. (2015). Cognitive Processes Underlying TPACK: Mental Models , Cognitive Transformation , and Meta- conceptual Awareness. In C. Angeli & N. Valanides (Eds.), *Technological pedagogical*

content knowledge: Exploring, developing, and assessing tpck (pp. 41–61). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-8080-9>

- Kreie, J., Johnson, S., & Lebsock, M. (2017). Course Design and Technology for Synchronous Interaction in an Online Course. *Information Systems Education Journal*, 15(5), 60–67.
- Lev-Zamir, H., & Leikin, R. (2011). Creative mathematics teaching in the eye of the beholder: Focusing on teachers' conceptions. *Research in Mathematics Education*, 13(1), 17–32. <https://doi.org/10.1080/14794802.2011.550715>
- Lowenthal, P. R., Snelson, C., & Dunlap, J. C. (2017). Live synchronous web meetings in asynchronous online courses: Reconceptualizing virtual office hours. *Online Learning Journal*, 21(4), 177–194. <https://doi.org/10.24059/olj.v21i4.1285>
- Maziriri, E. T., Gapa, P., & Chuchu, T. (2020). Student perceptions towards the use of youtube as an educational tool for learning and tutorials. *International Journal of Instruction*, 13(2), 119–138. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.1329a>
- Miles, M., Huberman, M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative Data Analysis. European Journal of Science Education* (Vol. 1). <https://doi.org/10.1080/0140528790010406>
- Murtafiah, W., Sa'dijah, C., Chandra, T. D., & Susiswo, S. (2019). Decision making of the Winner of the National Student Creativity Program in Designing ICT-based Learning Media. *TEM Journal*, 8(3), 1039–1045. <https://doi.org/10.18421/TEM83-49>
- Murtafiah, W., Sa'dijah, C., Chandra, T. D., Susiswo, & Zayyadi, M. (2020). Novice and Experienced Mathematics Teachers ' Decision Making Process in Designing Math Problem. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*, 1464(012030), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1464/1/012030>
- Ogbonna, C. G., Ibezim, N. E., & Obi, C. A. (2019). Synchronous

- versus asynchronous e-learning in teaching word processing: An experimental approach. *South African Journal of Education*, 39(2), 1–15.
<https://doi.org/10.15700/saje.v39n2a1383>
- Reyes, V. C., Reading, C., Doyle, H., & Gregory, S. (2017). Integrating ICT into teacher education programs from a TPACK perspective: Exploring perceptions of university lecturers. *Computers and Education*, 115, 1–19.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.009>
- Romero-Hall, E., & Vicentini, C. (2017). Examining distance learners in hybrid synchronous instruction: Successes and challenges. *Online Learning Journal*, 21(4), 141–157.
<https://doi.org/10.24059/olj.v21i4.1258>
- Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations for the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Sujanah, W. D., Cahyono, B. Y., & Astuti, U. P. (2020). Effect of Blended Learning Using Google Classroom on Writing Ability of EFL Students across Autonomy Levels. *Teaching English with Technology*, 20(2), 82–97.
- Swartz, R. J., Fischer, S. D., & Parks, S. (1998). *Infusing the Teaching of Critical and Creative Thinking into Secondary Science: A Lesson Design Handbook*. New Jersey: Critical Thinking Books & Software.
- Swartz, R. J., & Perkins, D. N. (1989). *Teaching Thinking: Issues and Approaches*. Pacific Grove, CA: Midwest Publications.
- Swartz, R., & Reagan, R. (1998). *Infusing Critical and Creative Thinking Into Content Instruction*. Washington: The National Center for Teaching Thinking.
- Takkac, A. T. (2019). WhatsApp as a Tool for Sustainable Glocal Linguistic, Social and Cultural Interaction. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 20(July), 17–28.
<https://doi.org/10.17718/tojde.598198>
- Tamir, E., Etgar, R., & Peled, D. (2020). Decision-Making Processes Using WhatsApp. *Research in Educational Administration & Leadership*, 5(1), 100–137.
<https://doi.org/10.30828/real/2020.1.4>

Valtonen, T., Sointu, E., Kukkonen, J., Kontkanen, S., Lambert, M. C., & Mäkitalo-Siegl, K. (2017). TPACK updated to measure pre-service teachers' twenty-first century skills. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(3), 15–31. <https://doi.org/10.14742/ajet.3518>



Cicilia Novi Primiani lahir di Yogyakarta 27 November 1969. Menyelesaikan pendidikan di SD Marsudirini Yogyakarta, SMP Stella Duce Yogyakarta, dan SMA Stella Duce Yogyakarta. Pendidikan Sarjana Kedokteran Hewan dari Universitas Gadjah Mada tahun 1992. Program Profesi Dokter Hewan tahun 1994. Program Magister pada Program Studi Teknologi Pembelajaran Universitas Adibuwana Surabaya tahun 2005 dan Program Studi

Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang tahun 2011. Program Doktor diselesaikan pada tahun 2014 di Pendidikan Biologi dari Universitas Negeri Malang.

Penulis sebagai dosen program studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas PGRI Madiun sejak tahun 1996. Reviewer pada Program Kreativitas Mahasiswa Direktorat Pendidikan Tinggi tahun 2016-sekarang. Reviewer pada berbagai jurnal, *Aquaculture*, *Aquarium*, *Conservation & Legislation-International Journal of the Bioflux Society Rumania*, *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology Journal (PCBMB) Tamil Nadu State India*, *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences-Slovak University of Agriculture in Nitra*, *Jurnal Metamorfosa Universitas Udayana*, *Jurnal Jambura Universitas Negeri Gorontalo*, *Jurnal Ilmu Alamiah Dasar Universitas Jember*, *JPBI Universitas Muhammadiyah Malang*, *Jurnal Edubiotik IKIP Budi Utomo*, *Jurnal Bioeksperimen Universitas Muhammadiyah Surakarta*, *Jurnal Florea Universitas PGRI Madiun*, *Jurnal Biota Universitas Ahmad Dahlan*, *Journal of Community Service and Empowerment Universitas Muhammadiyah Malang*. Bidang kajian yang ditekuni adalah eksplorasi bahan alam lokal serta keragaman hayati dalam implementasinya di bidang kesehatan dan pembelajaran. Penelitian dan pengabdian masyarakat yang telah dilakukan berbasis pada pengembangan potensi kearifan lokal. Hasil-hasil penelitian telah dipublikasikan dalam jurnal ilmiah, seminar dan buku ajar. Hasil-hasil penelitian juga telah diimplementasikan dalam kegiatan pengabdian masyarakat.



Jeffry Handhika, lahir di Banyuwangi, 21 Juni 1983. Menyelesaikan pendidikan di Al-Irsyad Al-Islamiyah Banyuwangi, SMP 1 Glagah Banyuwangi, dan SMAN 1 Glagah Banyuwangi. Menyelesaikan program S1 di Universitas Negeri Malang lulus tahun 2006. Program S2 ditempuh pada Universitas Sebelas Maret Program Studi Pendidikan Sains lulus tahun 2008 dan S2 Ilmu Fisika lulus tahun 2012. Program Doktor di tempuh di Program studi pendidikan IPA lulus tahun 2018. Saat ini penulis aktif di sebagai dosen di Program Studi Pendidikan Fisika Universitas PGRI Madiun. Kepakaran dalam bidang pengajaran adalah pembelajaran Fisika dasar, Media Pembelajaran, dan Fisika Kuantum. Penelitian dan publikasi selama 3 tahun terakhir mengarah pada tema pengembangan model, miskonsepsi, dan penggunaan *e-learning* dalam pembelajaran. Selain aktif di bidang penelitian, penulis juga aktif dalam bidang pengabdian masyarakat. Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan berkaitan dengan pembelajaran fisika di dan workshop media pembelajaran di sekolah. Penulis juga aktif dalam membimbing kegiatan kemahasiswaan seperti Program Kreativitas Mahasiswa, ONMIPA, dan Lomba karya tulis ilmiah.



Marheny Lukitasari, lahir di Madiun, 14 Mei 1974. Menyelesaikan program S1 di Universitas Brawijaya Malang lulus tahun 1999, selanjutnya Program S2 dan S3 ditempuh di Universitas Negeri Malang Program Studi Pendidikan Biologi lulus tahun 2011 dan tahun 2014. Penulis aktif sebagai dosen di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas PGRI Madiun sejak tahun

2000-saat ini. Kepakaran dalam bidang pengajaran adalah pembelajaran Biologi, Biologi Sel, Tumbuhan Rendah, *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) dan *Lesson Study for Learning Community* (LSLC).

Penelitian dan publikasi yang dilakukan menekankan pada tema pengembangan model pembelajaran, metakognisi, dan penggunaan teknologi serta e-learning dalam pembelajaran. Selain aktif di bidang penelitian, penulis juga aktif dalam bidang pengabdian masyarakat khususnya peningkatan serta pengembangan profesionalitas guru melalui workshop perangkat pembelajaran berbasis HOTS dan LSLC. Penulis juga aktif dalam membimbing kegiatan kemahasiswaan seperti Program Kreativitas Mahasiswa serta Lomba karya tulis ilmiah.



Sardulo Gembong, lahir di Madiun, 22 September 1965. Menyelesaikan pendidikan SD, SMP, dan SMA di Madiun. Menyelesaikan program S1 di Universitas Negeri Surakarta lulus tahun 1992. Program S2 ditempuh pada Universitas Negeri Sebelas Maret Program Studi Pendidikan Matematika tahun 2008.

Program Doktor di tempuh di Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Negeri Surabaya lulus tahun 2019. Saat ini penulis aktif sebagai dosen di Program Studi Pendidikan Matematika Universitas PGRI Madiun. Keahlian dalam bidang pengajaran adalah pembelajaran Struktur Aljabar dan Psikologi Kognitif. Penelitian dan publikasi selama 3 tahun terakhir mengarah pada tema psikologi kognitif pembelajaran matematika. Selain aktif di bidang penelitian, penulis juga aktif dalam bidang pengabdian masyarakat. Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan berkaitan dengan pembelajaran matematika dan workshop media pembelajaran di sekolah.



Sanusi, Lahir di Lamongan, 11 Desember 1966. Menyelesaikan Pendidikan Dasar di Madrasah Ibtidaiyah dan Sekolah Dasar di Lamongan, SMP Nasional di Lamongan, SMAN2 di Lamongan, S1 Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Surabaya lulus tahun 1992, S2 Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Surabaya lulus Tahun 2004 dan Program Doktor (S3) Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Surabaya lulus Tahun 2020. Saat ini penulis aktif sebagai Dosen di Program Studi Pendidikan Matematika Universitas PGRI Madiun. Kepakaran dalam bidang pengajaran adalah Kalkulus, Menejemen Pendidikan, Evaluasi Proses dan Hasil Pembelajaran Matematika dan Metodologi Penelitian. Penelitian dan Publikasi tahun terakhir mengarah kepada Penalaran Relasional, Pengembangan Model Pembelajaran dan *e-learning* dalam pembelajaran. Selain aktif dalam bidang Penelitian penulis juga aktif di bidang Pengabdian masyarakat yang berkaitan dengan pembelajaran Matematika, Wworkshop Media Pembelajaran, Penulisan *Action Research* PTK Guru-guru dinas Pendidikan maupun Kemenag dan Kajian Agama Islam. Aktif membimbing kegiatan kemahasiswaan seperti program Kreatifitas Kemahasiswaan, dan Unit Kajian Kerohanian Islam di Universitas PGRI Madiun



Darmadi lahir di Ngawi 11 Desember 1978. Menyelesaikan pendidikan di SDN Jambangan 2, SMPN 1 Ngawi, dan SMUN 2 Ngawi. Menyelesaikan program S1 Matematika di UGM (Universitas Gajah Mada) tahun 2003. Menyelesaikan program S2 Pendidikan Matematika di UNS (Universitas Sebelas Maret) tahun 2008. Menyelesaikan program S3 Pendidikan Matematika di UNESA (Universitas Negeri Surabaya) tahun 2015. Penulis aktif sebagai dosen di Program Studi Pendidikan Matematika UNIPMA (Universitas PGRI Madiun). Penulis biasa mendapat tugas mengajar analisis real, filsafat matematika, psikologi pembelajaran matematika, dan telaah kurikulum matematika. Kepakaran penulis adalah di bidang pendidikan matematika. Penulis lebih tertarik meneliti di bidang visualisasi siswa atau mahasiswa dalam pembelajaran matematika. Arah pengabdian kepada masyarakat penulis juga berkaitan dengan visualisasi baik pada siswa biasa maupun siswa luar biasa terutama untuk peningkatan kualitas pembelajaran matematika.



Dr. Wasilatul Murtafiah, M.Pd. lahir di Ngawi tanggal 2 Nopember 1986. Menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SDN Kasreman 1, Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 2 Ngawi, dan Sekolah menengah atas di SMAN 2 Ngawi. Menyelesaikan program Sarjana di Universitas Negeri Surabaya jurusan Pendidikan Matematika lulus pada tahun 2008. Program Magister di Universitas Negeri Surabaya jurusan Pendidikan Matematika lulus pada tahun 2010. Program Doktor di Universitas Negeri Malang jurusan Pendidikan Matematika pada tahun 2020. Saat ini penulis aktif sebagai dosen di Program Studi Pendidikan Matematika Universitas PGRI Madiun.

Kepakaran dalam bidang pengajaran adalah Matematika Diskrit, Persamaan Diferensial, Belajar Pembelajaran Matematika dan Pengantar Pendidikan. Penelitian dan publikasi selama 3 tahun terakhir mengarah pada tema analisis proses berpikir (berpikir kreatif, berpikir logis, *decision making*, *HOTS*), pemecahan masalah, komunikasi matematis, PCK (*Pedagogical Content Knowledge*) serta pengembangan bahan ajar matematika berbasis TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*). Selain aktif dibidang penelitian, penulis juga aktif dalam bidang pengabdian masyarakat. Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan berkaitan dengan pembelajaran matematika di sekolah. Penulis juga aktif dalam kegiatan kemahasiswaan seperti membimbing Program Kreativitas Mahasiswa. Adapun karya buku yang pernah ditulis antara lain: Matematika Diskrit (2015), Evaluasi pembelajaran mempergunakan elektronik portofolio sebagai sarana mengembangkan kemampuan metakognisi (2017), Persamaan Diferensial dan Aplikasinya (2018), Pengembangan manajemen kurikulum sekolah berbasis pesantren (2020).

**BUNGA RAMPAI
PARADIGMA BARU
SAINS, MATEMATIKA
DAN PEMBELAJARANNYA
DI MASA PANDEMI
COVID-19**

Buku ini berisi tentang kumpulan tulisan ilmiah sains, matematika, dan pembelajarannya di masa pandemi COVID-19 (Corona Virus Diseases-19). Konten dalam buku ini mencerminkan hasil pemikiran dan penelitian tentang sains, matematika dan pembelajarannya di masa pandemi Covid-19. Permasalahan penelitian di bidang sains seperti analisis kajian senyawa alam dalam meningkatkan imun tubuh, komputasi perhitungan penyebaran penularan Covid-19, di bidang pendidikan sains dan matematika seperti: penggunaan laboratorium virtual, STEM, digital argumentasi dan informasi awal terkait cara pengambilan keputusan guru dalam menggunakan platform digital disajikan secara rinci. Setiap bagian dalam Bunga Rampai ini dapat dimanfaatkan sebagai informasi dan referensi bagi praktisi sains maupun pendidik sains dalam kegiatan pengembangan produk, penelitian, maupun penyelesaian masalah pembelajarannya di masa pandemi Covid-19.

Buku ini disusun menjadi 8 bagian (1) Sinergisme Senyawa Alam Dalam Sistem Biologis: Pendekatan Kearifan Lokal Pada Masa Pandemi COVID-19, (2) Labaoratorium Virtual: Alternatif Pembelajaran Praktikum Fisika Di Masa Pandemi COVID-19, (3) Deskripsi Kemampuan Argumentasi Digital dalam Pembelajaran Daring pada Mahasiswa Biologi di Masa Pandemi COVID-19, (4) Pembelajaran Berbasis Proyek STEM, (5) Membelajarkan Matematika pada Anak di Era Pandemi Covid-19, (6) Pendidikan MATEMATIKA Melalui Penalaran Relasional pada Masa Pandemi Covid-19, (7) Belajar Matematika Kontekstual Melalui Pemodelan Matematika Covid-19 dan Visualisasinya, dan (8) Decision Making Guru dalam Menggunakan Platform untuk Pembelajaran Matematika pada Masa Pandemi COVID-19.



☎ 082336759777

✉ aemediagrafika@gmail.com

🌐 www.aemediagrafika.com

ISBN 978-602-6637-78-9



9 786026 637789

Rp. 90.000,-