



Masuk : 19 Oktober 2022
Revisi : 21 Oktober 2022
Diterima : 27 Oktober 2022
Diterbitkan : 31 Oktober 2022
Halaman : 112 – 131

Analisis Kemampuan Guru-Guru Kimia SMA Sumatera Utara Dalam Mengintegrasikan TPACK

Ani Sutiani^{1*}, Zainuddin Muchtar¹, Ratu Evina Dibyantini¹, Marudut Sinaga¹ dan Jamalum Purba¹

¹Jurusan Kimia, Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Medan

*Alamat Korespondensi: anisutiani@unimed.ac.id

Abstract: *These 21st century skills are not inborn skills, but are acquired from experience. The specific objectives of this study were to: (1) obtain a mapping or analysis of the needs of Chemistry teachers in integrating TPACK in learning, (2) measure the level of ability of Chemistry teachers in integrating TPACK in learning, (3) analyze the needs of Chemistry teachers in developing models. digital-based Chemistry learning to develop students' abilities in the 21st century. This research is an experimental research all by adopting the ADDIE model development research procedure. The results showed that the ability of chemistry teachers to integrate TPACK in learning based on the responses given by teachers from 12 cities/districts in North Sumatra was grouped into 7 components, namely: TK (Technological Knowledge) = 76.47%; PK (Paedagogical Knowledge) = 83.68%; CK (Content Knowledge) = 80.88%; TPK (Technological Pedagogical Knowledge) = 75.29%; PCK (Paedagogical Content Knowledge) = 78.97%; TCK (Technological Content Knowledge) = 83.14%; and TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) = 80.47 %. This means that the overall ability of chemistry teachers to integrate TPACK in learning is categorized as capable and quite capable.*

Keywords: *chemistry learning; tpack; digital learning.*

Abstrak: *Keterampilan abad ke- 21 ini bukan keterampilan yang dibawa sejak lahir, melainkan diperoleh dari pengalaman. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk: (1) mendapatkan pemetaan atau analisis kebutuhan kemampuan guru Kimia dalam mengintegrasikan TPACK dalam pembelajaran, (2) mengukur tingkat kemampuan guru Kimia dalam mengintegrasikan TPACK dalam pembelajaran, (3) melakukan analisis kebutuhan guru Kimia dalam mengembangkan model pembelajaran Kimia berbasis digital untuk mengembangkan kemampuan siswa pada abad 21. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen semua dengan mengadopsi prosedur penelitian pengembangan model ADDIE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan guru kimia dalam mengintegrasikan TPACK dalam pembelajaran berdasarkan respon yang diberikan guru dari 12 kota/kabupaten di Sumatera Utara dikelompokkan dalam 7 komponen, yaitu: TK (Technological*

Knowledge) = 76,47%; PK (Paedagogical Knowledge) = 83,68%; CK (Content Knowledge) = 80,88%; TPK (Technological Paedagogical Knowledge) = 75,29%; PCK (Paedagogical Content Knowledge) = 78,97 %; TCK (Technological Content Knowledge) = 83,14%; dan TPACK (Technological Paedagogical Content Knowledge) = 80,47 %. Hal ini berarti secara keseluruhan kemampuan guru kimia dalam mengintegrasikan TPACK dalam pembelajaran termasuk kategori mampu dan cukup mampu.

Kata kunci: pembelajaran kimia; tpack; pembelajaran digital.

PENDAHULUAN

Trend dalam kebijakan pendidikan sains di abad 21 peningkatan kualitas pendidikan untuk menghasilkan Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkualitas dan mampu bersaing di era globalisasi. Perubahan dan perkembangan dunia saat ini merupakan dampak pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) di dalam era globalisasi yang dapat dipandang sebagai masalah adaptasi yang harus diantisipasi dan diselesaikan secara bijak dan kreatif.

Hasil penelitian berdasarkan *Human Development Index* (HDI) atau Indeks Pembangunan Manusia (IPM) menunjukkan bahwa Indonesia termasuk kategori Pembangunan Manusia Menengah dengan IPM 0,689 dan berada di urutan 113 dari 188 negara (UNDP, 2016). Hasil studi *Trends in Mathematics and Science Study* (TIMSS) tahun 2015 menunjukkan untuk literasi sains, peserta didik Indonesia menempati peringkat 45 dari 48 negara dengan pencapaian skor 397, sedangkan untuk literasi matematika menempati peringkat 45 dari 50 negara dengan pencapaian skor 397 dan berada dibawah skor rata-rata internasional yaitu 500 (Siregar & Panggabean, 2020). Rendahnya mutu pendidikan juga dapat dilihat dari laporan studi *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2015. Untuk literasi sains, peserta didik Indonesia berada di ranking ke 62 dari 70 negara dengan skor 403, untuk literasi matematika, peserta didik Indonesia berada di ranking ke 63 dari 70 negara dengan skor 386 bahkan untuk literasi membaca berada di peringkat ke 64 dari 70 negara dengan skor 397 (OECD, 2016).

Adanya kesenjangan antara harapan dan kenyataan dalam melakukan adaptasi

terhadap perubahan dan perkembangan dunia di era globalisasi merupakan permasalahan yang harus diatasi, khususnya di dunia pendidikan. Oleh karena itu perlu dikembangkan pendidikan yang dapat meningkatkan potensi dan kemampuan siswa secara optimal, sehingga mampu beradaptasi dengan keadaan dan perubahan yang terjadi serta mampu bekerja sama secara kolaboratif dalam memecahkan masalah kehidupan. Pendidikan harus mengarahkan pada pembentukan siswa untuk dapat membangun kapasitas pengetahuannya dengan mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti berpikir kritis, membuat keputusan, dan memecahkan masalah.

Teori belajar konstruktivisme bertujuan menghasilkan individu yang memiliki kemampuan berfikir kritis untuk menyelesaikan setiap persoalan yang dihadapi, dan proses pembelajaran memfasilitasi mahasiswa aktif mengidentifikasi masalah dan pertanyaan sehingga mahasiswa dapat menemukan cara belajar yang sesuai bagi dirinya (Gunduza & Hursena, 2015). Konsep aktivitas keterlibatan mahasiswa dalam membangun dan menemukan pengetahuan berdasarkan identifikasi permasalahan dapat difasilitasi dengan adanya perkembangan teknik informatika dan komputer (TIK) yang semakin pesat membawa dampak terhadap dunia pendidikan saat ini. Fasilitas yang dimaksud adalah kemudahan penggunaan internet di kampus serta pemanfaatan jejaring sosial untuk pendidikan. *Social Networking Sites* (SNS), atau sering disebut sebagai situs jejaring sosial adalah layanan berbasis web yang memungkinkan individu untuk (1) membangun profil publik atau semi-publik dalam sistem yang terbatas, (2) membuat

daftar pengguna lain dalam grup, dan (3) melihat dan berinteraksi dengan orang lain dalam situs jaringan social. Dengan situs jejaring sosial, para penggunanya bisa dengan mudah berpartisipasi.

Ilmu Kimia di SMA adalah cabang ilmu alam yang mempelajari tentang susunan, struktur, sifat materi serta perubahannya materi dan energi yang menyertai perubahan tersebut (Redhana, 2019). Ilmu kimia juga menjadi dasar ilmu pada bidang tertentu, seperti kesehatan, teknik, dan industri. Karakter materi dari ilmu kimia dapat berupa abstrak, perhitungan dan pemahaman diagram/ gambar serta kurva. Hal ini akan berdampak pada pemikiran bahwa materi ilmu kimia merupakan ilmu yang sulit (Kaya & Geban, 2012), sehingga menjadi tidak menarik bagi siswa untuk mempelajarinya. Secara umum proses pembelajaran materi kimia bertujuan untuk memperkuat pengetahuan tentang kajian materi serta energi yang menyertainya dan membekali pemahaman prinsip-prinsip kimia untuk menjawab berbagai kajian dalam fenomena alam dan masalah kehidupan, serta mengembangkan sikap peduli terhadap lingkungan. Hal ini berarti bahwa proses pembelajaran ilmu kimia selain dapat meningkatkan kemampuan konsep, juga dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi dan komunikasi untuk memecahkan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi dan komunikasi merupakan kecakapan yang harus dimiliki pada abad 21 yang merupakan era globalisasi dan internasionalisasi (Fong et al., 2014).

Salah satu cara untuk mengembangkan keterampilan yang harus dimiliki di abad 21 dilakukan dengan model pembelajaran digital. Pada dasarnya pembelajaran digital merupakan suatu konsep atau metode belajar yang memanfaatkan teknologi digital sebagai media belajar siswa. Pembelajaran digital pada hakikatnya adalah pembelajaran yang melibatkan penggunaan alat teknologi digital secara inovatif selama proses belajar mengajar, dan sering juga

disebut sebagai *Technologi Enhanced Learning* (TEL) atau *e-Learning*. Pembelajaran berbasis digital merupakan proses pembelajaran yang menggunakan media elektronik yaitu dengan dikembangkannya menjadi jaringan internet dan intranet sebagai alat bantu dalam belajar guna meningkatkan mutu pembelajaran.

Manfaat pembelajaran digital dalam menunjang pelaksanaan proses pembelajaran adalah meningkatkan daya serap siswa dalam memahami konteks materi pembelajaran, mendorong kemampuan belajar mandiri, meningkatkan partisipasi aktif siswa, serta meningkatkan kemampuan menampilkan informasi dengan perangkat teknologi untuk mengembangkan keterampilan dalam menghadapi abad 21 yaitu kreatif, berpikir kritis, kolaboratif dan komunikatif. Adapun beberapa syarat yang harus dimiliki siswa dalam pembelajaran berbasis digital di sekolah adalah siswa harus menguasai ICT literacy atau penguasaan tools ICT serta mandiri dalam belajar serta memiliki motivasi untuk bisa berpikir kritis. Sedangkan syarat yang harus dimiliki guru dalam pembelajaran digital adalah mampu memberikan nilai kepada siswa secara komprehensif, memiliki kompetensi abad 21 (up to date terhadap perubahan dan peka terhadap informasi-informasi tentang pendidikan), mampu memfasilitasi siswa dengan menggunakan bahan ajar yang tepat dan memiliki inovasi untuk bisa menjalankan *authentic learning*. Secara rinci keterampilan yang harus dimiliki guru dalam menerapkan pembelajaran digital adalah kemampuan berpikir kritis, mengikuti perkembangan teknologi, melakukan *discovery learning*, *collaborative* dan *blended learning*, mengoptimalkan kemampuan siswa, membuat media belajar yang menarik dan menciptakan *games based learning*.

Hasil kajian menunjukkan bahwa kemampuan *critical thinking* dan *problem solving* yang dimiliki guru dalam pembelajaran digital akan berdampak pada kemampuan siswa dalam melakukan penalaran yang masuk akal, menggunakan pemikiran sendiri untuk berusaha

menyelesaikan permasalahan dengan mandiri, dan memiliki kemampuan untuk menganalisis masalah. Disamping itu model pembelajaran digital menekankan budaya kerja kolaboratif (*collaborative*), yang mempersiapkan murid terbiasa menjalankan budaya kerja kolaboratif dan merangsang kemampuan menjalin hubungan sosial dan berkomunikasi. Pembelajaran digital juga harus menyiapkan *games based learning* yang memadukan pembelajaran dengan aktivitas bermain yang dapat menstimulasi siswa untuk berpikir kritis dan menuntut siswa untuk membuat keputusan dengan tepat dan cepat, memecahkan masalah, melatih kreativitas, serta berkolaborasi dengan teman sekelas.

Berdasarkan hasil kajian adanya permasalahan dalam pembelajaran ilmu kimia di SMA serta peluang memodifikasi model pembelajaran ilmu kimia di SMA dengan memasukkan konsep pembelajaran digital dalam fase pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan di abad 21, maka penelitian ini mengambil tema Inovasi pembelajaran kimia SMA Sumatera Utara berbasis pembelajaran digital, sehingga diperoleh produk model pembelajaran yang valid, praktis dan efektif yang dapat diterapkan pada mata pelajaran Kimia di seluruh SMA di Sumatera Utara. Penelitian ini merupakan penelitian multi tahun, yaitu empat tahun, dengan rancangan tahun pertama melakukan analisis kebutuhan, tahun kedua rancangan model pembelajaran digital, tahun ketiga uji coba model pembelajaran dan tahun keempat implementasi model pembelajaran digital yang telah dihasilkan di SMA se Sumatera Utara.

Penelitian yang berkaitan dengan pembelajaran digital telah dilakukan oleh Efendi et al., (2021), yang menyatakan bahwa media pembelajaran digital dapat meningkatkan kemampuan kognitif dan kreativitas siswa dalam pembelajaran. Pada era digital saat ini, ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang dengan pesat membawa dampak terhadap dunia pendidikan saat ini. Di sisi lain, berubahnya paradigma pendidikan yang dulunya menganut teacher-

centered learning menjadi student-centered learning yang membawa perubahan sangat signifikan terhadap metode-metode pembelajaran yang dikembangkan saat ini (Wijayati et al., 2019), agar dapat membentuk generasi kreatif, inovatif dan kompetitif sehingga kualitas lulusan sesuai dengan tuntutan dunia kerja dan teknologi dengan membekali peserta didik dengan ketrampilan abad 21 yang mampu berfikir kritis dalam memecahkan masalah, kreatif dan inovatif serta ketrampilan komunikasi dan kolaborasi (Risdianto, 2019).

Literasi sangat penting bagi siswa dalam pembelajaran karena keterampilan dalam literasi berpengaruh terhadap keberhasilan belajar dan kehidupan mereka. Keterampilan literasi yang baik akan membantu siswa dalam memahami berbagai sumber belajar baik teks lisan, tulisan, maupun visual. Keterampilan literasi berperan penting dalam menentukan keberhasilan siswa dalam proses pembelajaran (Asrizal et al., 2017).

KAJIAN LITERATUR flipped

Model Pembelajaran Kimia

Model pembelajaran adalah suatu rencana atau pola yang dapat digunakan untuk membentuk kurikulum (rencana pembelajaran jangka panjang), merancang bahan-bahan pembelajaran dan membimbing pembelajaran di dalam kelas atau yang lain. Model pembelajaran pada umumnya didasarkan teori pendidikan dan teori belajar tertentu, dan memiliki 4 (empat) unsur utama, yaitu memiliki tahapan pembelajaran (sintaks), sistem sosial, adanya prinsip reaksi dan sistem pendukung (Sianturi & Panggabean, 2019). Model pembelajaran kimia yang direkomendasikan untuk diterapkan adalah model PBL, PjBL, dan IBL yang didasarkan pada teori belajar konstruktivisme, yaitu suatu proses mengasimilasikan dan mengkaitkan pengalaman atau pelajaran yang dipelajari dengan pemahaman yang sudah dimiliki dan merupakan proses menyelesaikan konsep dan ide baru dengan kerangka berfikir yang telah ada sehingga diperoleh konstruksi yang baru.

Ketiga model tersebut sebagai dasar model pembelajaran yang dapat diperkaya dengan konsep literasi untuk mengembangkan kemampuan di abad 21.

Teori belajar konstruktivisme bertujuan menghasilkan individu yang memiliki kemampuan berfikir kritis untuk menyelesaikan setiap persoalan yang dihadapi, dan proses pembelajaran memfasilitasi mahasiswa aktif mengidentifikasi masalah dan pertanyaan sehingga mahasiswa dapat menemukan cara belajar yang sesuai bagi dirinya (Gunduza & Hursena, 2015). Konsep aktivitas keterlibatan mahasiswa dalam membangun dan menemukan pengetahuan berdasarkan identifikasi permasalahan merupakan salah satu tujuan dari kemampuan literasi. Hal ini berarti literasi merupakan kemampuan individu dalam memperoleh, mempelajari dan menggunakan segala informasi yang berguna dalam perjalanan kehidupannya, sebagai bagian dari pengembangan kualitas dan potensi yang dimilikinya.

Sedangkan literasi Sainifik merupakan kemampuan menggunakan pengetahuan sains, mengidentifikasi pertanyaan dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti-bukti, dalam rangka memahami serta membuat keputusan berkenaan dengan alam dan perubahan yang dilakukan terhadap alam melalui aktivitas manusia. Individu yang memiliki kemampuan literasi saintifik akan mampu mengenali dan menganalisis penggunaan metode penyelidikan yang mengarah pada pengetahuan ilmiah dan kemampuan mengatur, menganalisis dan menafsirkan data kuantitatif dan informasi ilmiah.

Inovasi Pembelajaran Kimia

Inovasi pembelajaran Kimia harus dilakukan secara optimal sesuai dengan hakikat dari pendekatan saintifik agar dapat mengembangkan keterampilan abad ke-21 pada siswa. Menurut kamus besar bahasa Indonesia (KBBI) kata inovasi adalah (1) pengenalan hal-hal yang baru atau pembaharuan: dalam dasa warsa terakhir

ialah pembangunan jaringan komunikasi; (2) penemuan baru yang berbeda dari yang sudah ada atau yang sudah dikenal sebelumnya, baik dalam bentuk gagasan, metoda maupun alat (KBBI, 2020). Inovasi pembelajaran kimia merupakan penemuan pembelajaran baru dalam interaksi antara pendidik dan peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran secara optimal.

Beberapa inovasi pembelajaran yang telah berhasil dipergunakan dalam pembelajaran kimia diantaranya adalah inovasi pembelajaran menggunakan kegiatan laboratorium dan non laboratorium, inovasi pembelajaran menggunakan media, dan yang banyak dikembangkan saat ini adalah inovasi pembelajaran berbasis teknologi informasi. Inovasi pembelajaran yang dikembangkan pada dasarnya mengarah pada kemampuan yang harus dimiliki pada abad 21. Model pembelajaran abad ke-21 sesungguhnya bukan sesuatu yang baru. Model-model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik merupakan model pembelajaran abad ke-21. Dalam Kurikulum 2013, pembelajaran yang wajib diterapkan adalah pembelajaran dengan pendekatan saintifik. Pada pembelajaran ini, peserta didik dikondisikan dalam suasana pembelajaran yang dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah, kreativitas dan inovasi, kolaborasi, dan komunikasi. Keempat keterampilan ini adalah merupakan keterampilan abad ke-21. Selain keempat keterampilan tersebut, siswa juga perlu menguasai pengetahuan konten dan sikap ilmiah, memiliki literasi informasi, literasi media, dan literasiteknologi informasi dan komunikasi. Aspek lain yang juga dapat dikembangkan melalui inovasi pembelajaran dengan pendekatan saintifik adalah kemampuan beradaptasi dengan berbagai perubahan, inisiatif dan pengarahan diri, keterampilan sosial dan lintas budaya, produktivitas dan akuntabilitas, serta kepemimpinan dan tanggung jawab.

Rahayu (2021), menyatakan bahwa peningkatan literasi sains siswa melalui pembelajaran berbasis *socio scientific issue*

(SSI). Siswa harus memiliki bertindak sebagai “*Chemically Literate Person*” sehingga harus memiliki *general scientific ideas*, untuk dapat menjelaskan dan menginvestigasi hal yang makroskopik, submikroskopik dan simbolik, serta mampu memahami dan memanfaatkan ilmu kimia dalam masalah di kehidupan sehari-hari. Permasalahan yang dihadapi adalah lemahnya relevansi, yaitu pelajaran kimia yang diterima siswa di kelas masih belum cukup relevan dengan apa yang mereka temui dalam kasus di kehidupan sehari-hari, sehingga masih sulit untuk dapat mendorong siswa mampu mencintai kimia. Oleh karena itu untuk dapat menghadapi masalah perlu mengadopsi model pembelajaran yang tidak hanya memperhatikan makroskopik, molecular dan simbolik, tetapi memperhatikan aspek humanistik dengan mengambil case based issue yang sedang terjadi di tengah masyarakat, kemudian dibahas di kelas dari aspek sains. Siswa diharapkan akan mampu mengaplikasikan soft skill dari seorang ilmuwan seperti curiosity, menganalisis, berargumen, melihat atau menilai sesuatu dari berbagai aspek.

Permanasari (2021), mengemukakan bahwa di Indonesia masih ditemukan berbagai masalah dalam pendidikan diantaranya yakni VUCA (*Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity*) dan isu kualitas dan kesetaraan. Untuk menghadapi permasalahan tersebut, perlu diimplementasikan pendidikan berbasis multiliterasi melalui media *multiresources*. Terdapat tiga hal yang menjadi paradigma belajar siswa di kelas. Pada era ini sudah saatnya siswa diarahkan untuk mempelajari hal yang esensial, kemudian perlu dilatih untuk mengembangkan keterampilan multiliterasi dengan mengutamakan 4Cs (*Critical thinking skills, Collaboration, Creativity, Communication*) melalui media pembelajaran yang *multiresources* yang berbasis ICT. Salah satu cara pendekatan yang dapat diadaptasi yaitu *STEM Education*, yang dapat melatih kemampuan siswa dalam memahami sesuatu secara komprehensif serta memiliki kemampuan untuk memecahkan masalah, serta melatih *attitude* dan *selfawareness*.

Wardani (2021), menyatakan bahwa inovasi pembelajaran perlu disiapkan oleh calon pendidik agar memiliki kompetensi pedagogi, profesional, kepribadian, dan sosial sesuai SKGP. Selain itu calon pendidik juga harus selalu kreatif, inovatif untuk menghasilkan berbagai karya inovatif dalam bidangnya. Inovasi ataupun pembaharuan/perubahan bagi calon pendidik yang harus disiapkan bisa dalam bentuk metode, model, materi, asesmen, media, dan inovasi bagaimana cara belajar. Salah satu contoh pembelajaran inovatif adalah melalui aktivitas inkuiri laboratorium berbantuan *flipped classroom* yang dapat mengembangkan kecerdasan Interpersonal, intrapersonal dengan menginternalisasi budaya Jawa. Pembelajaran melalui aktivitas inkuiri laboratorium berbantuan *flipped classroom* dapat menjadi alternatif pembelajaran inovatif untuk menyiapkan pembelajaran masa pandemi.

Dibyantini (2021), telah mengembangkan model pembelajaran berbasis masalah melalui pembekalan kemampuan generik calon guru pada pembelajaran Kimia Organik. Kemampuan generik merupakan kemampuan dasar yang dapat ditumbuhkan ketika peserta didik menjalani proses belajar ilmu kimia yang bermanfaat sebagai bekal meniti karir dalam bidang yang lebih luas. Penelitian ini menghasilkan suatu inovasi bahan ajar dan video praktikum berbasis masalah yang diintegrasikan dengan kemampuan generik. Kemampuan generik yang dikembangkan pada model ini adalah konsistensi logis, abstraksi, bahasa simbolik, logikal frame, sebab akibat, pemodelan, pemahaman skala dan pengamatan langsung.

Pembelajaran Literasi Sainifik

Secara umum, literasi adalah kemampuan individu di dalam mengolah dan memahami informasi pada saat menulis ataupun membaca. Menurut UNESCO, pemahaman seseorang mengenai literasi ini akan dipengaruhi oleh kompetensi bidang akademik, konteks nasional, institusi, nilai-nilai budaya serta pengalaman. Kemampuan

literasi dapat dilatih melalui proses pendidikan dengan mengembangkan model pembelajaran berbasis literasi. Model pembelajaran literasi adalah kerangka konseptual yang digunakan sebagai panduan untuk melaksanakan kegiatan di kelas atau pembelajaran tutorial untuk meningkatkan keterampilan berkaitan dengan kegiatan berpikir, berbicara, membaca dan menulis untuk membangun suatu kemampuan pada operasi kognitif tertentu dengan tulisan, perkataan, kalimat dan teks agar mampu berkomunikasi untuk melayani tuntutan masyarakat modern.

Agar mampu bertahan di abad 21, masyarakat harus menguasai enam literasi dasar, yaitu literasi baca tulis, literasi berhitung, literasi sains, literasi teknologi informasi dan komunikasi, literasi keuangan serta literasi budaya dan kewarganegaraan. Model pembelajaran berbasis literasi merupakan model pembelajaran dengan menekankan pada pengembangan kemampuan mahasiswa untuk berkomunikasi. Jenis-jenis model literasi yang sedang dikembangkan antara lain: (1) Model literasi ESL (*English as a second Language*); (2) Model literasi mediasi untuk instruksi literasi dinamik; (3) Model literasi informasi yang diarahkan pada efektivitas belajar yang tinggi bagi pengembangan kemampuan mahasiswa; (4) Model literasi membangun makna yang dibentuk berdasarkan pemaduan beberapa keterampilan komunikasi. Model pembelajaran literasi informasi adalah model pembelajaran dengan paradigma *learning* yang menuntut keaktifan mahasiswa selama proses pembelajaran. Model pembelajaran ini mengarahkan mahasiswa untuk belajar berpikir yang berorientasi pada pengetahuan logis dan rasional, belajar berbuat yang berorientasi pada bagaimana mengatasi masalah, belajar menjadi mandiri yang berorientasi pada pembentukan karakter, dan belajar untuk hidup berdampingan yang berorientasi untuk bersikap toleran dan siap bekerjasama.

Istilah literasi saintifik telah digunakan dalam dunia pendidikan sejak dua dekade terakhir, namun pengertian literasi saintifik itu sendiri jika dikaitkan dengan implementasi dalam proses pembelajaran masih sering diperdebatkan. Trend kebijakan dalam bidang pendidikan sains di abad 21 ini menekankan pentingnya literasi saintifik dalam pembelajaran sains sebagai *transferable outcome*. Keterampilan abad 21 terdiri dari empat domain utama yaitu literasi, berpikir preventif, komunikasi yang efektif dan produktivitas yang tinggi. Salah satu keterampilan yang penting untuk meningkatkan pengetahuan dan kemampuan memutuskan adalah literasi saintifik, sedangkan literasi skills, yaitu pandangan yang mengakui perlunya keterampilan bernalar dalam konteks sosial.

Model literasi saintifik ini menekankan perlunya keseimbangan antar berbagai kompetensi dan membutuhkan keterampilan dalam pengambilan keputusan socioscientific (sosialsaintifik). Untuk mengembangkan literasi saintifik diperlukan apresiasi terhadap hakikat sains dan relevansinya dengan sains yang telah dipahami. Selaian itu, dalam literasi saintifik diperlukan juga kemampuan mengembangkan keterampilan berinteraksi secara kolektif, pengembangan diri dengan pendekatan komunikatif, dan perlunya menunjukkan penalaran yang dapat dimengerti dan persuasif dalam membuat argumentasi untuk isu-isu *sosio-saintifik*.

Konsep strategi yang dikembangkan dalam literasi saintifik didasarkan pada empat aspek utama, yaitu : (1) Menyadari situasi kehidupan yang melibatkan pengetahuan dan teknologi; (2) Memahami dunia atas dasar pengetahuan ilmiah yang meliputi pengetahuan tentang alam dan pengetahuan tentang ilmu itu sendiri; (3) Memiliki kompetensi mencakup mengidentifikasi pertanyaan ilmiah dan menjelaskan fenomena ilmiah; (4) Menggunakan bukti ilmiah sebagai argumen dalam mengambil kesimpulan dan keputusan.

Terdapat tiga kompetensi spesifik dalam literasi saintifik, yaitu: menjelaskan fenomena sains secara ilmiah, mengevaluasi, dan merancang penyelidikan serta menafsirkan data secara ilmiah. Semua kompetensi tersebut membutuhkan pengetahuan. Menjelaskan fenomena sains dan teknologi secara ilmiah membutuhkan pengetahuan tentang materi sains yang disebut pengetahuan konten (*content knowledge*), kompetensi kedua dan ketiga membutuhkan lebih dari pengetahuan yang diketahui, yaitu pengetahuan tentang bagaimana pengetahuan ilmiah tersebut dibangun dan diyakini. Pengetahuan ini disebut dengan pengetahuan prosedural (*procedural knowledge*) dan pengetahuan epistemik (*epistemic knowledge*). Pengetahuan prosedural merupakan standar prosedur yang mendasari metode yang beragam dan praktek yang digunakan untuk membangun pengetahuan ilmiah (OECD, 2016).

Pada prinsipnya, ada tiga hal utama dalam konsep literasi saintifik, yaitu: (1) Pendekatan tentang konsep dan ide-ide sains; (2) Pemahaman tentang proses inkuiri dan hakekat cara memperoleh pengetahuan (*nature of science*), dan (3) Kesadaran akan pengaruh kegiatan ilmiah terhadap konteks sosial dimana kegiatan tersebut dilakukan dan pengaruhnya terhadap kehidupan sehari-hari, pribadi maupun keputusan sosial tentang ide-ide ilmiah. Selain itu, hampir setiap deskripsi literasi saintifik menekankan pada pentingnya kemampuan berbahasa, membaca, dan menulis dengan baik dalam memahami dan menjelaskan fenomena, mengevaluasi informasi, mengkomunikasikan ide kepada orang lain dan menerapkan pengetahuan ilmiah dan keterampilan bernalar pada situasi kehidupan sehari-hari dan proses pengambilan keputusan.

Pembelajaran Digital

Pembelajaran digital pada hakikatnya adalah pembelajaran yang melibatkan penggunaan alat teknologi digital secara inovatif selama proses belajar mengajar, dan sering juga disebut sebagai *Technologi*

Enhanced Learning (TEL) atau *e-Learning*. Pembelajaran berbasis digital merupakan proses pembelajaran yang menggunakan media elektronik yaitu dengan dikembangkannya menjadi jaringan internet dan intranet sebagai alat bantu dalam belajar guna meningkatkan mutu pembelajaran.

Keterampilan untuk berpikir kritis (*critical thinking*) dan mampu menyelesaikan masalah (*problem solving*) haruslah dimiliki guru pada era digital. Kalau guru bisa berpikir secara kritis dan memiliki kemampuan penyelesaian masalah yang baik, maka murid juga akan bisa mengadaptasi kemampuan tersebut. Berpikir kritis (*critical thinking*) artinya mampu berpikir secara rasional, memiliki kemampuan berpikir yang luas, meliputi kemampuan menganalisis dan mensintesis permasalahan dan pemecahannya, membuat kesimpulan, serta mengevaluasi. Singkatnya adalah mampu berpikir untuk menyelesaikan masalah dan bertujuan menjadi lebih baik. Jika guru memiliki kemampuan *critical thinking* dan *problem solving* yang baik, murid akan memberikan penalaran yang masuk akal, menggunakan pemikirannya sendiri untuk berusaha menyelesaikan permasalahan dengan mandiri, dan memiliki kemampuan untuk menganalisis masalah. Kemampuan berpikir kritis diperlukan sebagai strategi untuk membangun kompetensi siswa dalam pemecahan masalah dan penemuan seperti yang dipersyaratkan dalam pembelajaran (Sutiani et al., 2021).

Era digital abad 21 ini adalah zaman di mana semuanya berbasis teknologi. Saat ini, teknologi dan ilmu pengetahuan terus berkembang secara global dengan pesat. Penggunaan gawai dan internet khususnya media sosial tidak bisa dipisahkan dari kehidupan kita sehari-hari. Ini juga punya dampak besar bagi kegiatan pembelajaran untuk guru dan siswa. Guru harus menyikapi hal ini dalam pembelajaran dan terus mengikuti perkembangan teknologi. Guru bisa memberi pembelajaran dengan memanfaatkan internet. Misalnya memberi materi pelajaran, soal-soal latihan, PR, atau tugas secara online. Guru bisa juga mengarahkan murid menonton video tutorial

pembelajaran pada *YouTube*. Murid akan diarahkan untuk memanfaatkan berbagai sumber (*source*) yang ada, entah dari buku pelajaran atau internet. Murid akan belajar untuk menemukan suatu konsep pengetahuan dengan menggali dan menyelidiki materinya. Dengan guru menerapkan metode pembelajaran *Discovery Learning* ini, maka akan berguna juga untuk merangsang kemampuan *critical thinking* dan *problem solving* para murid. Murid juga akan terdorong untuk menerapkan *life-long learning*.

Ciri dari era digital industri 4.0 adalah menekankan budaya kerja kolaboratif (*collaborative*). Metode *Collaborative Learning* akan mempersiapkan murid supaya nantinya terbiasa menjalankan budaya kerja kolaboratif dan merangsang kemampuan menjalin hubungan sosial dan berkomunikasi. Selain itu juga ada *Blended Learning* yang mengkolaborasikan metode pembelajaran *online* dan tatap muka (*offline*). Metode ini layak dicoba khususnya pada masa pandemi ini di mana sekolah masih dilakukan dari rumah secara online. Metode ini menjadi jawaban dari pembelajaran dengan keterbatasan jarak. Metode ini akan memanfaatkan teknologi secara total, maka dari itu guru harus selalu melek dan update mengenai perkembangan teknologi.

Pembelajaran digital mengharuskan guru memiliki kemampuan *student leadership and personal development* untuk mengembangkan potensi dan talenta para siswa. Guru harus memahami bahwa potensi setiap siswa berbeda-beda dan harus dikembangkan. Munculkan dan tingkatkan rasa percaya diri siswa dalam mengembangkan potensi dan talentanya. Guru harus menjadi kritis terhadap kebijakan di sektor pendidikan dan memerhatikan berbagai isu yang sedang berkembang. Guru menjadi advokat bagi siswa dan membantu siswa yang sedang ada dalam masalah, entah masalah di rumah, di lingkungan, atau secara akademik di sekolah. Guru harus bisa memotivasi, menjadi pendengar yang baik,

dan memberi semangat bagi siswa dalam menghadapi masalahnya.

Keterampilan yang harus dimiliki dalam pembelajaran digital adalah menciptakan *Game Based Learning* untuk menghilangkan kebosanan mereka selama belajar. Pembelajaran yang dipadukan dengan aktivitas bermain dapat menstimulasi siswa untuk berpikir kritis yang diperlukan pada jenjang pendidikan berikutnya. Adapun jenis *Game Based Learning* dapat dipilih harus berkaitan dengan materi pembelajaran dan mendukung kemampuan berpikir siswa untuk memahami materi tersebut. Games yang dikembangkan dalam pembelajaran digital harus menuntut siswa untuk membuat keputusan dengan tepat dan cepat, memecahkan masalah, melatih kreativitas, serta berkolaborasi dengan teman sekelas.

Keterampilan Abad 21

Pendidikan di era 4.0 merupakan program untuk mendukung terwujudnya pendidikan cerdas melalui peningkatan dan pemerataan kualitas pendidikan, perluasan akses dan relevansi memanfaatkan teknologi dalam mewujudkan pendidikan kelas dunia untuk menghasilkan peserta didik yang memiliki empat ketrampilan abad 21 yaitu kolaborasi, komunikasi, berpikir kritis, dan kreatif mengacu pada standar kompetensi global dalam mempersiapkan generasi muda memasuki realitas kerja global dan kehidupan abad 21 (Ristekdikti, 2019). Pembelajaran Abad 21 perlu mengorientasikan pembelajaran untuk menghasilkan peserta didik yang berdaya kreativitas tinggi. Hal tersebut akan lebih cepat tercapai manakala proses peserta didik menjadi subyek aktif mengkonstruksi pengalaman belajar, berlatih berfikir tingkat tinggi (HOTS), dan mengembangkan kebiasaan mencipta (*Habit creation*). Beberapa ketrampilan penting abad 21 yang divisualisasikan antara lain: berfikir kritis dan penyelesaian masalah, kreativitas dan inovasi, pemahaman lintas budaya, komunikasi literasi dan media, computer dan literasi teknologi, karir dan kehidupan (Panggabean et al., 2021).

Dunia pendidikan kembali harus menyesuaikan sistem pembelajaran dengan kehadiran generasi Z yaitu anak-anak yang lahir setelah tahun 1995. Generasi Z memiliki banyak sebutan seperti generasi I, *Generation Next*, *New Silent Generation*, *Homelander*, *generasi youtube*, *generasi net*, dan *sebagainya* (Giunta, 2017). Ada beberapa karakteristik generasi Z yaitu; menyukai kebebasan belajar, menyukai hal baru yang praktis, merasa nyaman dengan lingkungan yang terhubung dengan internet, berkomunikasi dengan gambar, ikon dan symbol, memiliki rentang perhatian yang pendek, berinteraksi secara kompleks dengan media dan generasi Z lebih suka membangun eksistensi dimedia sosial dari pada di lingkungan nyata.

Kehadiran guru dalam pembelajaran abad 21 sangat diperlukan untuk menjamin terjadinya proses pembelajaran yang bermakna, berkarakter, dan memiliki orientasi pengembangan keterampilan-keterampilan penting abad 21. Generasi Z tetap memerlukan bantuan, yaitu (a) Cara memvalidasi informasi, (b) Cara mensintesa informasi, (c) Cara mengambil manfaat dari informasi, (d) Cara mengkomunikasikan informasi kepada orang lain dengan baik, (e) Menggabungkan informasi secara kolaboratif, (f) Cara menggunakan informasi untuk menyelesaikan masalah yang produktif.

Untuk mengimplementasikan model pembelajaran digital, maka perlu digunakan konsep TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*). TPACK merupakan pengetahuan yang diperlukan untuk mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran yang melibatkan 7 domain pengetahuan dikarenakan ada irisan atau sintesa baru, yaitu: (1) Pengetahuan materi (*content knowledge/CK*) yaitu penguasaan bidang studi atau materi pembelajaran; (2) Pengetahuan pedagogis (*pedagogical knowledge/PK*) yaitu pengetahuan tentang proses dan strategi pembelajaran; (3) Pengetahuan teknologi (*technological knowledge/TK*) yaitu pengetahuan bagaimana menggunakan teknologi digital; (4)

Pengetahuan pedagogi dan materi (*Technological Pedagogical Content Knowledge /PCK*) yaitu gabungan pengetahuan tentang bidang studi atau materi pembelajaran dengan proses dan strategi pembelajaran; (5) Pengetahuan teknologi dan materi (*technological content knowledge/TCK*) yaitu pengetahuan tentang teknologi digital dan pengetahuan bidang studi atau materi pembelajaran; (6) Pengetahuan tentang teknologi dan pedagogi (*technological paedagogical knowledge/TPK*) yaitu pengetahuan tentang teknologi digital dan pengetahuan mengenai proses dan strategi pembelajaran; dan (7) Pengetahuan tentang teknologi, pedagogi, dan materi (*technological, pedagogical, content knowledge/TPCK*) yaitu pengetahuan tentang teknologi digital, pengetahuan tentang proses dan strategi pembelajaran, pengetahuan tentang bidang studi atau materi pembelajaran.

METODE

Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimen semu (*quasy experiment*). Dalam penelitian ini akan dikembangkan model pembelajaran kimia berbasis pembelajaran digital untuk mata pelajaran Kimia Tingkat SMA yang akan diimplementasikan di Sumatera Utara. Penelitian ini merupakan penelitian multi tahun, dan untuk tahun pertama (2021) penelitian diarahkan pada analisis awal atau penelitian pendahuluan yaitu pengumpulan informasi baik berupa masalah maupun potensi yang bisa dikembangkan dalam penelitian.

Rancangan Produk yang diharapkan adalah model pembelajaran berbasis digital yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran Kimia SMA di Sumatera Utara. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut; 1) Menganalisis kemampuan guru dalam menerapkan TPACK dalam pembelajaran, 2) menganalisis kebutuhan peserta didik dalam pembelajaran digital, 3) Menganalisis Kesiapan Belajar Peserta Didik, 4) Menganalisis dan mengevaluasi Perangkat pembelajaran

berupa; Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Bahan Ajar (BA), Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) dan Evaluasi Hasil Belajar (EHB) yang digunakan dalam pembelajaran Kimia di SMA, 5) Menyusun draft Perangkat pembelajaran yang dapat mendukung pembelajaran berbasis digital yang akan diupload ke dalam jaringan, 6) Melakukan revisi dan validasi Perangkat Pembelajaran oleh ahli yang menguasai Perangkat Pembelajaran dan Teknologi Informasi dan Komunikasi (ICT), 7) Menyusun disain pembelajaran Kimia SMA berbasis digital yang dapat menghasilkan suatu model pembelajaran, 8) Ujicoba, monitoring dan evaluasi pelaksanaan pembelajaran menggunakan model yang dihasilkan pada kelas kecil, 9) Revisi model pembelajaran, dan 10) Implementasi model pembelajaran berbasis digital pada pembelajaran Kimia di SMA Sumatera Utara.

Seluruh tahapan penelitian yang digunakan untuk menghasilkan model pembelajaran berbasis digital pada pembelajaran Kimia di SMA dilakukan melalui prosedur penelitian pengembangan model ADDIE.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Respon Guru dalam TPACK

Guru harus memiliki kemampuan menyampaikan materi dengan baik karena belajar merupakan suatu proses pengembangan pengetahuan, keterampilan, dan tingkah laku yang baru pada diri seseorang sebagai hasil dari interaksinya dengan beragam informasi dan lingkungan. Oleh karena itu, guru harus dapat menyampaikan informasi yang diketahuinya dengan benar dan tepat sasaran, yaitu konten materi yang benar melalui kegiatan pedagogis yang baik. TPACK sangat berperan sebagai kerangka dalam menyusun program pembelajaran yang bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan siswa berdasarkan materi pembelajaran melalui penerapan teknologi. TPACK yang diterapkan guru akan menggambarkan pengetahuan yang dimiliki guru terkait materi

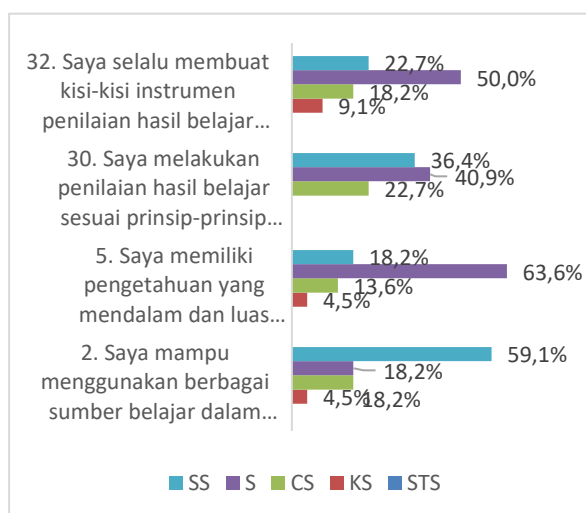
ajar, metode mengajar dan teknologi untuk pembelajaran termasuk bagaimana mengintegrasikan ketiga komponen tersebut ke dalam kegiatan belajar mengajar. Subjek pengetahuan pengajaran konten materi sebagai pengetahuan konten dan pedagogik (PCK). Pengetahuan konten dan pedagogik mengidentifikasi bagian khusus pengetahuan untuk mengajar. PCK merupakan gabungan konten dan pedagogik dalam pemahaman tentang bagaimana topik tertentu dan masalah atau isu-isu yang terorganisir, diwakili dan disesuaikan dengan minat dan kemampuan peserta didik yang beragam, dan dijelaskan dalam bentuk instruksi.

Dalam penelitian ini, peneliti mengambil partisipan guru kimia dari sekolah yang berbeda dari berbagai kota/kabupaten di Sumatera Utara. Partisipan dibagi ke dalam kelompok berdasarkan kota/ kabupaten tempat partisipan mengajar di sekolah. Selanjutnya mengkategorikannya ke dalam 7 komponen TPACK yang masing-masing komponen dikelompokkan ke dalam beberapa kategori. Instrumen penelitian penerapan TPACK dalam pembelajaran kimia didasarkan kisi-kisi seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil penelitian untuk masing-masing komponen TPACK yang dikelompokkan ke dalam komponen CK (*Content Knowledge*), PK (*Paedagogical Knowledge*), TK (*Technological Knowledge*), TCK (*Technological Content Knowledge*), PCK (*Paedagogical Content Knowledge*), TPK (*Technological Paedagogical Knowledge*) dan TPACK (*Technological Paedagogical Content Knowledge*) untuk tahap pembelajaran persiapan, pelaksanaan dan evaluasi disajikan pada Gambar 1 sampai Gambar 7.

Tabel 1. Kisi- kisi instrumen kuesioner penelitian penerapan TPACK dalam pembelajaran kimia.

| Tahap Pembelajaran | Komponen TPACK | | | | | | | Jumlah |
|--------------------|----------------|----|----|-----|-----|-----|-------|--------|
| | CK | PK | TK | TCK | PCK | TPK | TPACK | |
| Persiapan | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 16 |
| Pelaksanaan | 0 | 6 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 12 |
| Evaluasi | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 7 |
| Jumlah | 4 | 8 | 3 | 3 | 8 | 4 | 5 | 35 |

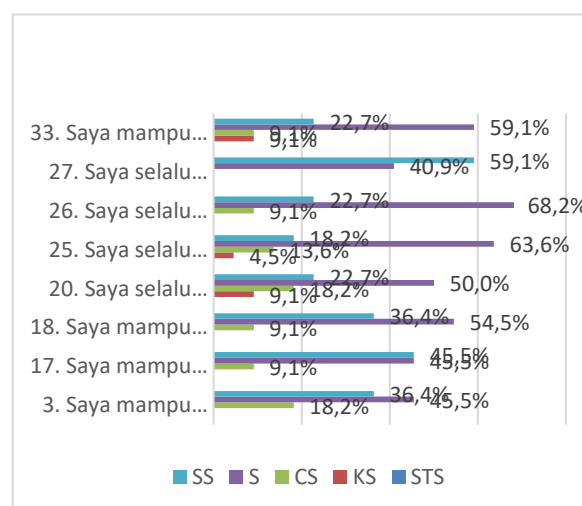
Data pada Gambar 1 menunjukkan bahwa pada komponen CK untuk tahap persiapan menunjukkan kemampuan guru menggunakan berbagai sumber belajar dalam proses pembelajaran sebanyak 59,1% sangat mampu; 18,2% mampu; 18,2% cukup mampu dan 4,5% kurang mampu. Sedangkan guru yang memiliki pengetahuan tentang bahan ajar yang akan digunakan sebanyak 18,2% termasuk kategori sangat mendalam dan sangat luas, 63,6% memiliki pengetahuan yang mendalam dan luas, 13,6% cukup mendalam dan cukup luas, dan 4,5% kurang mendalam dan kurang luas. Kemampuan guru dalam evaluasi menunjukkan sebanyak 72,7% guru menyatakan selalu membuat kisi instrumen penilaian hasil belajar yang sesuai dengan tujuan pembelajaran dengan variasi tingkat kesukaran yang sesuai, dan 18,2% membuat kisi instrumen sesuai dengan tujuan pembelajaran tanpa memperhatikan tingkat kesukaran, dan 9,1% menyatakan tidak selalu membuat kisi-kisi instrumen hasil belajar. Kemampuan dalam aspek penilaian menunjukkan bahwa 77,3% guru selalu melakukan penilaian hasil belajar sesuai prinsip penilaian, dan sebanyak 22,7% guru tidak selalu melakukan penilaian hasil belajar sesuai dengan prinsip penilaian.



Gambar 1. Kemampuan Guru pada Komponen Content Knowledge (CK)

Hasil penelitian pada komponen PK seperti terlihat pada Gambar 1 untuk tahap persiapan menunjukkan kemampuan guru dalam menyesuaikan sumber belajar dengan

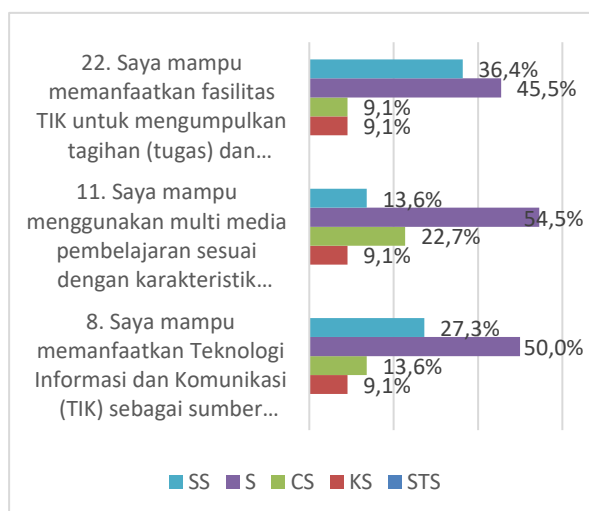
karakteristik siswa sebesar 36,4% sangat mampu, 45,5% mampu, dan 18,2% cukup mampu. Komponen PK untuk tahap pembelajaran terdiri dari 6 aspek, yaitu aspek pertama adalah kemampuan menciptakan lingkungan belajar yang kondusif, menyenangkan dan dapat menumbuhkan keterlibatan (partisipasi aktif) dari peserta didik dalam proses pembelajaran sebanyak 90,9% sangat mampu dan mampu, serta 9,1% cukup mampu. Aspek kedua tentang interkasi dan komunikasi, menunjukkan sebanyak 36,4% termasuk kategori sangat mampu, 54,5% termasuk kategori mampu dan 9,1% termasuk kategori cukup mampu menumbuhkan interaksi dan komunikasi antara guru-peserta didik dan antar peserta didik melalui kegiatan diskusi kelompok dan presentasi selama proses pembelajaran. Aspek ketiga tentang pendampingan siswa menunjukkan bahwa sebanyak 22,7% dan 50% termasuk kategori sangat sangat setuju dan setuju melakukan pendampingan siswa sehingga mampu mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, dan 18,2% cukup melakukan pendampingan serta sebanyak 9,1% kurang melakukan pendampingan siswa dalam mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi selama proses pembelajaran.



Gambar 2. Kemampuan Guru pada Komponen Paedagogical Knowledge (PK)

Aspek keempat terkait pendampingan siswa dalam mengkonstruksi pengetahuan memperlihatkan bahwa sebanyak 18,2% dan 63,6% termasuk kategori sangat sangat setuju

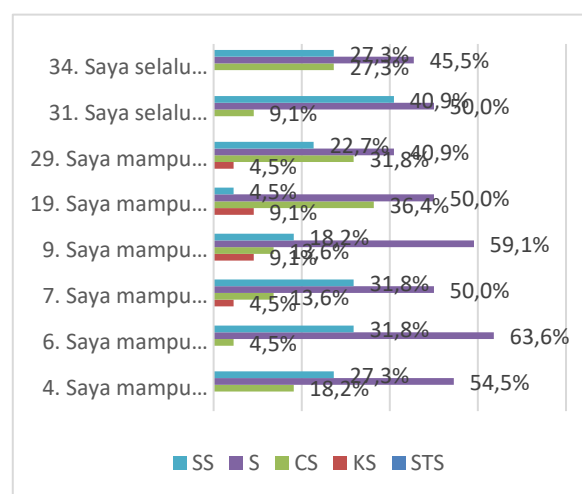
dan setuju melakukan pendampingan siswa agar peserta didik mampu mengonstruksi pengetahuan barunya selama proses pembelajaran, dan 13,6% cukup melakukan pendampingan serta sebanyak 4,5% kurang melakukan pendampingan siswa dalam mengonstruksi pengetahuan barunya selama proses pembelajaran. Aspek kelima terkait penguatan (*reinforcement*) atau *punishment* terhadap kebenaran ilmiah menunjukkan bahwa sebanyak 22% guru sangat setuju dan 68,2% guru setuju serta 9,1% guru cukup setuju untuk selalu memberikan penguatan (*reinforcement*) atau *punishment* terhadap kebenaran ilmiah yang disampaikan peserta didik dalam mengonstruksi pengetahuan barunya. Aspek keenam tentang motivasi menunjukkan bahwa sebanyak 59,1% dan 40,9% guru menyatakan sangat setuju dan setuju untuk memotivasi peserta didik agar mampu belajar mandiri. Kompoen PK untuk tapa Evaluasi menunjukkan bahwa kemampuan guru menyusun instrumen penilaian hasil belajar sesuai dengan ranah kognitif, afektif dan psikomotorik peserta didi adalah 22,7% sangat mampu, 59,1% mampu, 9,1% cukup mampu dan sisanya sebesar 9,1% termasuk kategori kurang mampu.



Gambar 3. Kemampuan Guru pada Komponen Technological Knowledge (TK)

Grafik pada Gambar 3 menunjukkan bahwa pada komponen TK untuk tahap persiapan terdapat 2 aspek, yaitu aspek pertama tentang kemampuan guru memanfaatkan Teknologi Informasi dan

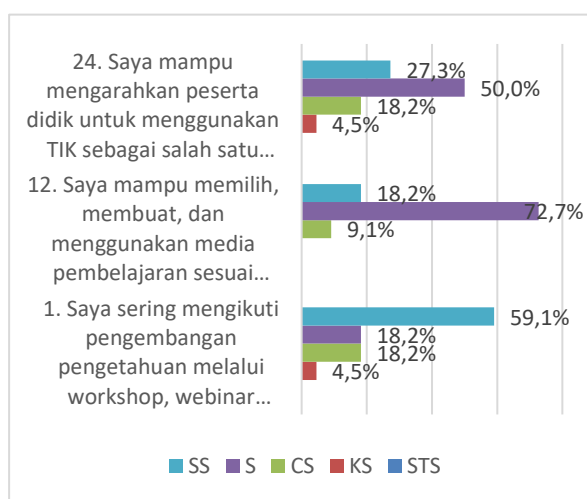
Komunikasi (TIK) sebagai sumber belajar, yang memperlihatkan sebanyak 27,3% guru sangat mampu, 50% kurang termasuk kategori mampu, 13,6% termasuk kategori cukup mampu dan sisanya sebanyak 9,1% termasuk kurang mampu. Aspek kedua tentang keterkaitan multi media dan bahan ajar yang menunjukkan bahwa sebanyak 13,6% dan 54,5% guru sangat mampu dan mampu menggunakan multi media pembelajaran sesuai dengan karakteristik bahan ajar yang akan disampaikan, dan sebanyak 31,8% guru cukup dan kurang memiliki kemampuan menggunakan multi media pembelajaran sesuai dengan karakteristik bahan ajar yang akan disampaikan. Komponen TK pada tahap evaluasi memperlihatkan bahwa kemampuan guru memanfaatkan fasilitas TIK untuk mengumpulkan tagihan (tugas) dan temuan peserta didik dari proses pembelajaran, sebanyak 36,4% termasuk kategori sangat mampu, 45,5% termasuk mampu dan masing-masing 9,05% termasuk kategori cukup mampu dan kurang mampu.



Gambar 4. Kemampuan Guru pada Komponen Paedagogical Content Knowledge (PCK)

Hasil penelitian pada komponen PCK (Gambar 4) menunjukkan bahwa untuk tahap persiapan terdapat 4 aspek. Aspek pertama yaitu tentang bahan ajar dan peserta didik, yang memperlihatkan kemampuan guru dalam menyesuaikan batasan kedalaman dan keluasan bahan ajar sesuai dengan karakteristik peserta didik, sebanyak 27,3% guru sangat mampu, 54,5% guru termasuk kategori mampu dan 18,2% guru termasuk

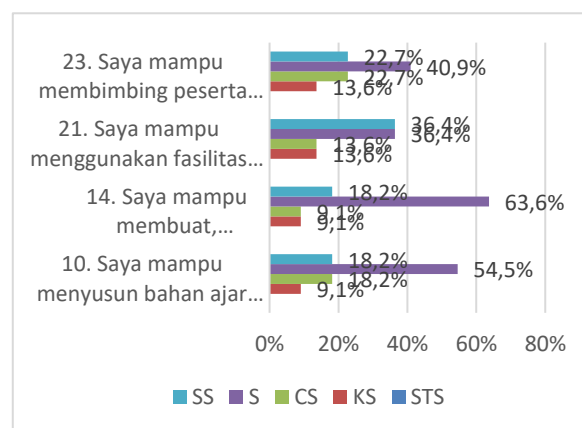
kategori cukup mampu. Aspek kedua tentang bahan ajar menunjukkan sebanyak 31,8% guru sangat mampu, 63,6% mampu dan 4,5% kurang mampu dalam menyampaikan bahan ajar secara sistematis dengan konsep yang benar dan kontekstual. Aspek ketiga tentang kaitan metode dan bahan ajar, yang menunjukkan sebanyak 31,8% guru termasuk sangat mampu, 50%, guru termasuk mampu, 13,6% guru termasuk kategori cukup mampu dan sisanya sebanyak 4,5% termasuk guru yang kurang mampu menggunakan multi metode sesuai dengan karakteristik bahan ajar yang akan disampaikan. Aspek keempat tentang kaitan bahan ajar dan HOTS, yang menunjukkan bahwa kemampuan guru dalam menyusun bahan ajar dengan sistematika yang dapat membantu peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi sebanyak 18,2% termasuk kategori sangat mampu, 59,1% termasuk kategori mampu, 13,6% termasuk kategori cukup mampu dan 9,1% termasuk kategori kurang mampu.



Gambar 5. Kemampuan Guru pada Komponen *Technological Content Knowledge* (TCK)

Penelitian untuk komponen TCK seperti terlihat pada Gambar 5 menyatakan bahwa pada komponen TCK terdapat 3 aspek, yaitu 2 aspek pada tahap persiapan dan 1 aspek pada tahap pembelajaran. Aspek pertama pada tahap persiapan adalah kesiapan guru mengikuti pengembangan pengetahuan melalui workshop, webinar dan/atau melanjutkan pendidikan yang lebih tinggi sehingga materi pembelajaran yang

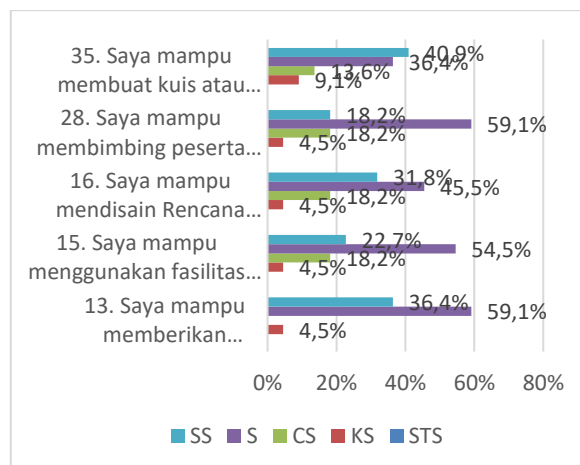
disampaikan kepada peserta didik secara on line dan *up to date*. Hasil menunjukkan sebanyak 59,1% guru sangat setuju mengikuti kegiatan tersebut, 18,2% menyatakan setuju, 18,2% menyatakan cukup setuju dan sebanyak 4,5% guru menyatakan kurang setuju terhadap kegiatan pengembangan tersebut. Aspek kedua pada tahap persiapan adalah kemampuan guru dalam memilih, membuat, dan menggunakan media pembelajaran sesuai dengan bahan ajar yang akan disampaikan. Data memperlihatkan sebanyak 18,2% guru termasuk kelompok guru yang sangat mampu, dan 72,7% guru termasuk kategori mampu serta sebanyak 9,1% guru termasuk kelompok yang cukup mampu memilih, membuat, dan menggunakan media pembelajaran sesuai dengan bahan ajar yang akan disampaikan. Aspek kemampuan guru mengarahkan siswa untuk menggunakan TIK sebagai salah satu sumber belajar termasuk dalam tahap pelaksanaan pembelajaran. Hasil menunjukkan sebanyak 27,3% dan 50% guru termasuk kategori sangat mampu dan mampu mengarahkan siswa untuk menggunakan TIK sebagai salah satu sumber belajar. Sedangkan guru yang termasuk kategori cukup mampu dan kurang mampu mengarahkan siswa untuk menggunakan TIK sebagai salah satu sumber belajar sebanyak 18,2% dan 4,5%.



Gambar 6. Kemampuan Guru pada Komponen *Technological Paedagogical Knowledge* (TPK)

Data pada Gambar 6 memperlihatkan bahwa pada komponen TPK terdapat 4 aspek, yaitu 2 aspek pada tahap persiapan dan 2 aspek pada tahap pelaksanaan pembelajaran. Aspek pertama pada tahap persiapan adalah

kemampuan guru dalam menyusun bahan ajar (modul atau handout) sesuai dengan pendekatan, model, dan metode yang digunakan dalam pembelajaran dan bisa diakses oleh siswa melalui media sosial secara *on line*. Hasil menunjukkan sebanyak 18,2% guru sangat mampu, 54,5% termasuk kategori mampu, 18,2% guru termasuk kategori cukup mampu dan sebanyak 9,1% guru termasuk kategori kurang mampu dalam menyusun bahan ajar (modul atau handout) sesuai dengan pendekatan, model, dan metode yang digunakan dalam pembelajaran dan bisa diakses oleh siswa melalui media sosial secara *on line*. Aspek kedua tentang media berbasis IT menunjukkan bahwa sebanyak 18,2% dan 63,6% guru termasuk kelompok guru dengan kategori sangat mampu dan mampu membuat, mengembangkan dan mengoperasikan suatu media pembelajaran berbasis TIK. Sedangkan sebanyak masing-masing 9,1% guru termasuk kategori cukup dan kurang mampu dalam membuat, mengembangkan dan mengoperasikan suatu media pembelajaran berbasis TIK. Komponen TPK pada tahap pelaksanaan pembelajaran meliputi aspek pemanfaatan fasilitas TIK. Aspek pertama memperlihatkan bahwa sebanyak masing-masing 36,4% guru dengan kategori sangat mampu dan mampu dalam menggunakan fasilitas TIK berupa *power point* sebagai instrumen untuk menyampaikan bahan ajar melalui *Zoom* atau *Google Meet* dan *software excel* untuk mengolah data yang tertera di dalam bahan ajar. Sedangkan kelompok guru dengan kategori cukup mampu dan kurang mampu dalam menggunakan fasulitas TIK, amsing-masing sebanyak 13,6%. Aspek kedua tentang kemampuan guru dalam membimbing siswa untuk menyampaikan temuannya dari proses pembelajaran dengan menggunakan fasilitas TIK menunjukkan sebanyak 22,7% guru dinyatakan sangat mampu, 40,9% guru dinyatakan mampu, 22,7% guru dinyatakan cukup mampu dan 13,7% guru dinyatakan kurang mampu.



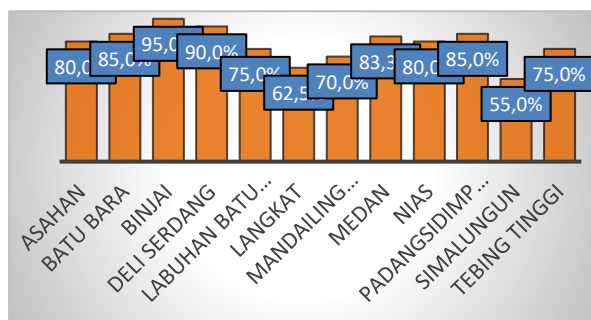
Gambar 7. Kemampuan Guru pada Komponen *Technological Paedagogical Content Knowledge* (TPACK)

Komponen TPACK seperti terlihat pada Gambar 7 menunjukkan bahwa ada 5 aspek, yaitu 3 aspek pada tahap persiapan, 1 aspek pada tahap pelaksanaan pembelajaran, dan 1 aspek pada tahap evaluasi pembelajaran. Aspek pertama pada tahap persiapan adalah kemampuan memberikan penguatan, membimbing dan menarik kesimpulan. Hasil menunjukkan sebanyak 36,4% guru sangat mampu, dan 59,1% termasuk kategori mampu, serta sebanyak 4,5% guru termasuk kategori kurang mampu memberikan penguatan konsep, membimbing peserta didik menarik kesimpulan dari bahan ajar yang disampaikan dengan memanfaatkan media pembelajaran yang digunakan. Aspek kedua tentang fasilitas TIK yang dikaitkan dengan model, metode dan pendekatan, menunjukkan bahwa 22,5% dan 54,5% guru dengan kategori sangat mampu dan mampu menggunakan fasilitas TIK untuk mendukung penerapan pendekatan, model, dan metode pada proses pembelajaran bahan ajar yang akan disampaikan. Sedangkan sebanyak 18,2% guru termasuk kategori cukup dan 4,5% guru termasuk kategori kurang mampu dalam menggunakan fasilitas TIK untuk mendukung penerapan pendekatan, model, dan metode pada proses pembelajaran bahan ajar yang akan disampaikan. Aspek ketiga tentang kemampuan mendesain RPP dikaitkan dengan abad 21, yang menunjukkan bahwa sebanyak 77,3% guru memiliki kemampuan mendisain

RPP berdasarkan Silabus yang mengakomodir karakteristik peserta didik abad 21 yaitu berpusat pada peserta didik, berfokus pada keterampilan belajar di era digital, berorientasi pengembangan keterampilan komunikasi, kolaborasi, berfikir kritis dan kreatifitas, sedangkan sebanyak 18,2% cukup mampu, dan sisanya 4,5% guru termasuk kurang mampu mendesain RPP berdasarkan Silabus yang mengakomodir karakteristik peserta didik abad 21.

Hasil TPACK Kabupaten/Kota di Sumatera Utara

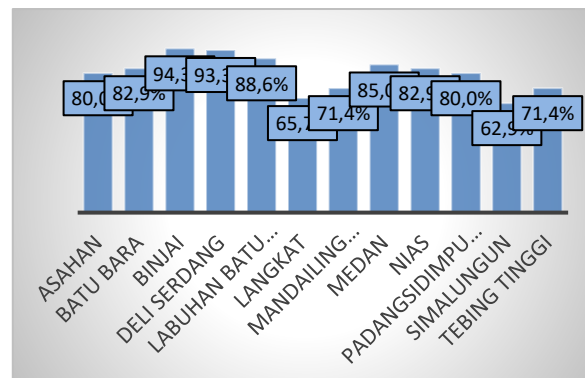
Penelitian TPACK ini dilaksanakan di 12 kabupaten/ Kota di Sumatera Utara, yaitu Kabupaten Asahan, Kabupaten Batubara, Kota Binjai, Kabupaten Deli Serdang, Kabupaten Labuhan Batu Utara, Kabupaten Mandailing Natal, Kabupaten Langkat, Kota Medan, Kabupaten Nias, Kabupaten Padang Sidempuan, Kabupaten Simalungun dan Kota Tebing Tinggi. Hasil yang diperoleh di setiap kota/ Kabupaten untuk masing-masing komponen TPACK disajikan pada Gambar 8–14.



Gambar 8. Rata-rata Kemampuan Guru Kota/ Kab Aspek *Content Knowledge* (CK)

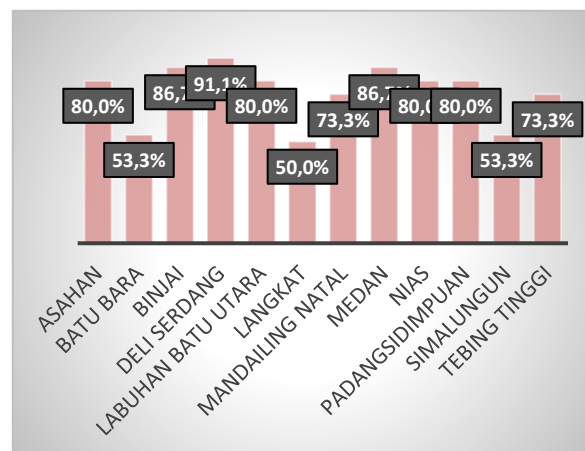
Data hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan guru pada aspek CK di Sumatera Utara adalah 80,1%, dengan kemampuan tertinggi untuk guru di kota Binjai sebesar 95% dan terendah di kabupaten Simalungun sebesar 55% (Gambar 8). Hal ini berarti sebanyak 80,1% guru memiliki pengetahuan terbaru tentang materi atau subjek yang dipelajari atau diajarkan. Menurut Shulman (1986), content knowledge meliputi pengetahuan tentang konsep, teori,

ide, kerangka berpikir, metode pembuktian dan bukti. Data yang dihasilkan menunjukkan 6 kota/ kabupaten memiliki kemampuan di atas rata-rata (82,9%-94,3%) dan sebanyak 6 kota/ kabupaten memiliki kemampuan di bawah rata-rata (55,0%-80,0%).



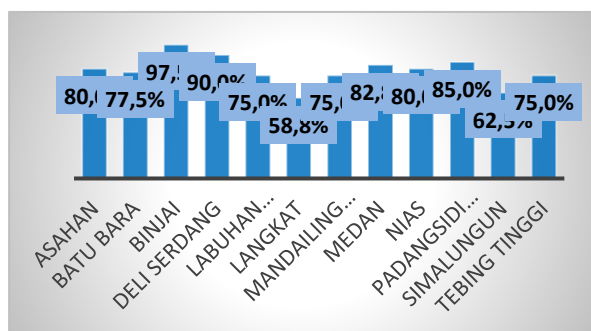
Gambar 9. Rata-rata Kemampuan Guru Kota/ Kab Aspek *Paedagogical Knowledge* (PK)

Rata-rata kemampuan guru pada aspek PK di Sumatera Utara adalah 82,1%, dengan kemampuan tertinggi untuk guru di kota Binjai sebesar 94,3% dan terendah di kabupaten Simalungun sebesar 62,9%, seperti terlihat pada Gambar 9. Data menunjukkan 6 kota/ kabupaten memiliki kemampuan di atas rata-rata (82,9%-94,3%) dan sebanyak 6 kota/ kabupaten memiliki kemampuan di bawah rata-rata (62,9%-80,0%). Hasil menunjukkan bahwa sebanyak 82,1% guru di Sumatera utara telah memiliki kemampuan paedagogik, yaitu ilmu untuk menjadi seorang guru. Istilah Paedagogik ini merujuk pada strategi pembelajaran atau gaya pembelajaran yang tepat dalam menyampaikan materi pelajaran.



Gambar 10. Rata-rata Kemampuan Guru Kota/ Kab Aspek *Technological Knowledge* (TK)

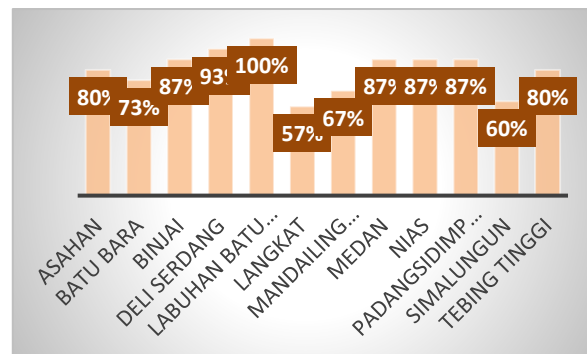
Data pada Gambar 10 tentang rata-rata kemampuan guru pada aspek TK di Sumatera Utara adalah 78,5%, dengan kemampuan tertinggi untuk guru di kabupaten Deli Serdang sebesar 91,1% dan terendah di kabupaten Langkat sebesar 50,0%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 7 kota/ kabupaten memiliki kemampuan di atas rata-rata (80,0%-91,1%) dan sebanyak 5 kota/ kabupaten memiliki kemampuan di bawah rata-rata (50,0%-73,3%). Data menunjukkan bahwa sebanyak rata-rata 78,5% guru di Sumatera utara telah memiliki kemampuan technological knowledge, yaitu pengetahuan yang harus dimiliki guru tentang teknologi yang mampu mendukung proses pembelajaran.



Gambar 11. Rata-rata Kemampuan Guru Kota/ Kab Aspek *Technological Paedagogical Content Knowledge* (PCK)

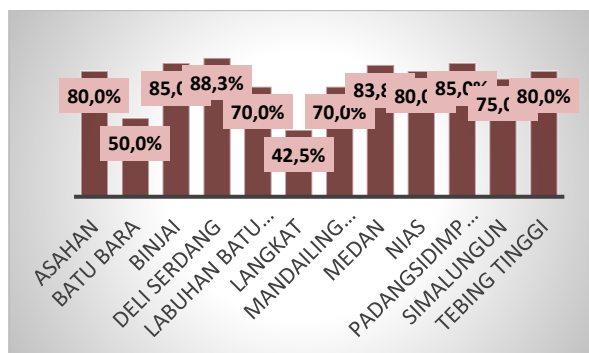
Data hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan guru pada aspek PCK di Sumatera Utara adalah 79,9%, dengan kemampuan tertinggi untuk guru di kota Binjai sebesar 97,5% dan terendah di kabupaten Langkat sebesar 58,8% (Gambar 11). Sebanyak 6 kota/ kabupaten memiliki kemampuan di atas rata-rata (80,0%-97,5%) dan sebanyak 6 kota/ kabupaten memiliki kemampuan di bawah rata-rata (58,0%-77,5%). Hal ini berarti sebanyak 79,9% guru memiliki pengetahuan yang memadukan kemampuan khusus dari pengetahuan konten dan pedagogik yang terbentuk seiring dengan waktu dan bertambahnya pengalaman mengajar. PCK adalah bentuk unik dari pengetahuan guru yang mensintesis PK dan CK guru untuk membantu siswa dalam menjembatani kesulitan penguasaan materi pelajaran. Komponen pedagogical content knowledge terdiri atas pengetahuan materi

pembelajaran, pengetahuan pedagogik umum, pengetahuan kurikulum, pengetahuan konten pedagogik, pengetahuan peserta didik dan karakteristiknya, pengetahuan konteks pembelajaran, dan pengetahuan tentang tujuan, nilai dan filosofi pembelajaran.



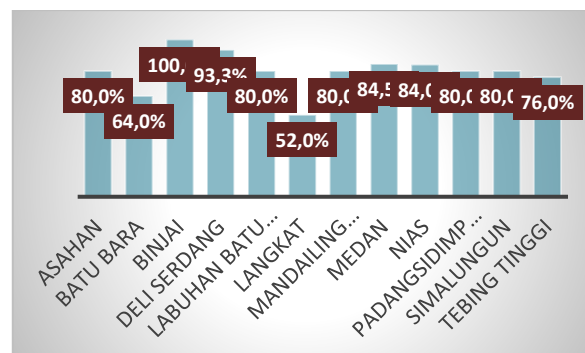
Gambar 12. Rata-rata Kemampuan Guru Kota/ Kab Aspek *Technological Content Knowledge* (TCK)

Data pada Gambar 12 tentang rata-rata kemampuan guru pada aspek TCK di Sumatera Utara adalah 82,0%. Data menunjukkan bahwa sebanyak rata-rata 82% guru di Sumatera utara telah memiliki kemampuan technological Content knowledge, yaitu pengetahuan guru tentang bagaimana teknologi dan konten saling mempengaruhi. Guru harus mampu menciptakan multimedia dan memahami konsep di dalam konten dengan bantuan teknologi yang spesifik. TCK adalah pengetahuan tentang bagaimana suatu konten dapat diteliti atau diwakili oleh teknologi seperti menggunakan simulasi komputer. TCK mengacu pada pengetahuan konten yang diwakili secara teknologi yang tidak dibuat untuk tujuan pengajaran. Model TCK menggambarkan hubungan antar variabel-variabel laten pembentuknya antara lain Technological Knowledge (TK), Content Knowledge (CK), dan Technological Content Knowledge (TCK), dan faktor yang memberikan kontribusi terbesar pada model TCK yaitu variabel content knowledge dengan peran indikator yang memberikan kontribusi terbesar berupa materi subjek pengetahuan tentang teknologi informasi dan komunikasi.



Gambar 13. Rata-rata Kemampuan Guru Kota/ Kab Aspek *Technological Paedagogical Knowledge* (TPK)

Data pada Gambar 13 tentang rata-rata kemampuan guru pada aspek TPK di Sumatera Utara adalah 77,0%, dengan kemampuan tertinggi untuk guru di kabupaten Deli Serdang sebesar 88,3% dan terendah di kabupaten Langkat sebesar 42,5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 7 kota/ kabupaten memiliki kemampuan di atas rata-rata (80,0%-88,3%) dan sebanyak 5 kota/ kabupaten memiliki kemampuan di bawah rata-rata (42,5%-75,0%). Hal ini berarti rata-rata 77% guru di Sumatera utara telah memiliki kemampuan TPK yaitu pengetahuan tentang bagaimana teknologi dapat memfasilitasi pendekatan pedagogik, yang meliputi pengetahuan tentang alat ICT, strategi pembelajaran didukung oleh ICT, penggunaan ICT dalam penelitian ilmiah, keterampilan informasi, fasilitator siswa, dan kesulitan teknis siswa. TPK adalah bentuk PK unik yang dikaitkan dengan penggunaan jenis teknologi tertentu. TPK memiliki peran penting untuk digunakan oleh guru dalam pembelajaran dengan mengintegrasikan teknologi untuk memfasilitasi pengguna ke dalam strategi pedagogis yang beragam di kelas, seperti diferensiasi, pengelolaan kelas, dan cara mengajar peserta didik untuk mengatur pembelajaran di kelas.



Gambar 14. Rata-rata Kemampuan Guru Kota/ Kab Aspek *Technological Paedagogical Content Knowledge* (TPACK)

Data hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan guru pada aspek TPACK di Sumatera Utara adalah 81,1%. Sebanyak 4 kota/ kabupaten memiliki kemampuan di atas rata-rata dan sebanyak 8 kota/ kabupaten memiliki kemampuan di bawah rata-rata (Gambar 14). Hal ini berarti sebanyak 81,1% guru di Sumatera Utara memiliki pengetahuan dalam pembelajaran yang menggunakan penerapan gabungan sistem pendidikan yang mengedepankan teknologi dan aplikasi (konten) tertentu dalam Pembelajaran. Pembelajaran ini melibatkan 7 domain pengetahuan yang saling berkaitan antara satu dengan yang lain. TPACK merupakan pendekatan pembelajaranyang sangat relevan di masa pembelajaran daring saat ini. Hal ini, karena pendekatan TPACK memadukan aspek pengetahuan (*Knowledge/K*), cara membelajarkan (*Pedagogy/P*), penguasaan materi pembelajaran sesuai bidang (*Content/C*) dengan TIK (*Technology/T*). TPACK adalah pusat pembelajaran yang terdiri dari tiga komponen yaitu: pengetahuan teknologi (TK), pengetahuan pedagogis (PK) dan pengetahuan konten (CK). Interaksi dari ketiga bentuk pengetahuan tersebut akan mengembangkan bentuk pengetahuan sekunder yang mencakup pengetahuan konten pedagogis (PCK), pengetahuan pedagogis teknologi (TPK), pengetahuan konten teknologi (TCK) dan akhirnya sintesis dari ketiga bentuk pengetahuan sekunder tersebut maka akan terbentuk TPACK. TPACK merujuk pada bentuk terintegrasi pengetahuan yang dapat diciptakan melalui kombinasi

yang berbeda dari enam bentuk pengetahuan sebelumnya, yaitu PK, CK, TK, TPK, TCK, dan PTK. Bentuk pengetahuan ini dibuat melalui upaya desain guru atau ahli teknologi pendidikan dalam menghasilkan praktik baru untuk mengintegrasikan ICT ke dalam pengajaran di kelas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada tahun pertama, maka diperoleh kesimpulan bahwa kemampuan guru kimia dalam mengintegrasikan TPACK dalam pembelajaran berdasarkan respon yang diberikan guru dari 12 kota/ kabupaten di Sumatera Utara dikelompokkan dalam 7 komponen, yaitu TK (*Technological Knowledge*) = 76,47% ; PK (*Paedagogical Knowledge*) = 83,68% ; CK (*Content Knowledge*) = 80,88% ; TPK (*Technological Paedagogical Knowledge*) = 75,29% ; PCK (*Paedagogical Content Knowledge*) = 78,97% ; TCK (*Technological Content Knowledge*) = 83,14%, dan TPACK (*Technological Paedagogical Content Knowledge*) = 80,47%. Hal ini berarti secara keseluruhan kemampuan guru kimia dalam mengintegrasikan TPACK dalam pembelajaran termasuk kategori mampu dan cukup mampu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada LPPM Universitas Negeri Medan, sesuai dengan SK Ketua LPPM Universitas Negeri Medan dengan Nomor : 335A/UN33.8/KEP/PL/2021 yang telah mendanai penelitian kami dan kepada seluruh peserta dan dosen pembimbing yang telah berkontribusi dalam pengerjaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Asrizal, Festiyed, & Sumarmin, R. (2017). Analisis Kebutuhan Pengembangan Bahan Ajar IPA Terpadu Bermuatan Literasi Era Digital untuk Pembelajaran Siswa SMP Kelas VIII. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 1(1), 1–8.

Dibyantini, R. (2021). *Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Melalui Pembekalan Kemampuan Generik Calon Guru Pada Pembelajaran Kimia Organik. Program Pascasarjana UNIMED*. Disertasi. Medan: Tidak diterbitkan.

Efendi, S., Pakpahan, V. M., & Sidabalok, N. E. (2021). Efektivitas Media Pembelajaran Digital Kimia Analisa Kualitatif Dalam Meningkatkan Kemampuan Kognitif Dan Kreativitas Mahasiswa Di Masa Pandemi Covid-19. *PeTeKa (Jurnal Penelitian Tindakan Kelas Dan Pengembangan Pembelajaran)*, 4(1), 103–111.

Fong, L. L., Sidhu, K. G., & Fook, C. Y. (2014). Exploring 21st Century Skills among Postgraduates in Malaysia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 123, 130–138.

Giunta, C. (2017). An Emerging Awareness of Generation Z Students for Higher Education Professors. *Archives of Business Research*, 5(4), 90–104.

Gunduza, N., & Hursena, C. (2015). Constructivism in Teaching and Learning; Content Analysis Evaluation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 526–533.

Kaya, E., & Geban, O. (2012). Facilitating Conceptual Change in Rate of Reaction Concepts Using Conceptual Change Oriented Instruction. *Educational and Science*, 37(163), 216–225.

OECD. (2016). *Assessment of scientific literacy in the OECD / Pisa project*.

Panggabean, F. T. M., Purba, J., & Sinaga, M. (2021). Pengembangan Pembelajaran Daring Terintegrasi Media Untuk Mengukur HOTS Mahasiswa Pada Mata Kuliah Kimia Organik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 3(1), 11–21.

Permanasari, A. (2021). Inovasi Pembelajaran Kimia di Masa Pandemi Covid-19. *Online Seminar Series of Chemistry and Chemistry Education Sesi 6*

- (OSSCCE#6).
- Rahayu, S. (2021). Inovasi Pembelajaran Kimia di Masa Pandemi Covid-19. *Online Seminar Series of Chemistry and Chemistry Education Sesi 6 (OSSCCE#6)*.
- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2239–2253.
- Risdianto, E. (2019). *Analisis Pendidikan Indonesia Di Era Revolusi Industri 4,0*.
- Ristekdikti. (2019). *Transformasi Perguruan Tinggi Era Pendidikan 4,0 Mewujudkan Perguruan Tinggi Kelas Dunia*.
- Sianturi, J., & Panggabean, F. T. M. (2019). Implementasi Problem Based Learning (PBL) menggunakan Virtual Dan Real Lab Ditinjau dari Gaya Belajar Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia*, 1(2), 58–63. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.24114/jipk.v1i2.15460>
- Siregar, S. L., & Panggabean, F. T. M. (2020). Analisis PBL Dengan DL Menggunakan Macromedia Flash Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Laju Reaksi Di SMA Negeri 10 Medan. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia*, 2(1), 21–25.
- Sutiani, A., Situmorang, M., & Silalahi, A. (2021). Implementation of an Inquiry Learning Model with Science Literacy to Improve Student Critical Thinking Skills. *International Journal of Instruction*, 14(2), 117–138. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.1428a>
- UNDP. (2016). *Human Development Report*.
- Wardani, S. (2021). Model Pembelajaran Kimia Pada Pandemi Untuk Menumbuhkan Kecerdasan Inter-Intrapersonal Terinternalisasi Budaya Jawa. *Pidato Pengukuhan Profesor Dalam Upacara Pengukuhan Profesor Universitas Negeri Semarang, Kamis, 25 Februari 2021*.
- Wijayati, N., Kusuma, E., & Sumarti, S. S. (2019). Pembelajaran Berbasis Digital di Jurusan Kimia FMIPA UNNES. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2318–2325.