

Pembelajaran *Socioscientific Issues* Untuk Mengembangkan Argumentasi Ilmiah Pada Pembuatan Bioetanol Kulit Pisang (*Musa sp*)

Ridwan*, Imelda Helsy, Nurhayati

Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia

*E-mail: ridwan.ridwan8754@gmail.com

Abstract: Socioscientific Issues facilitate students in connecting scientific knowledge with social realities, thereby enhancing scientific literacy, critical thinking skills, and rational decision-making. Socioscientific issues have a social impact that requires students, as the next generation, to engage in dialogue, discussion, debate, and argumentation. This study aims to analyze the development of scientific argumentation skills through the production of bioethanol from banana peels (*Musa sp.*). The research employed a pre-experimental method with a one-shot case study design. The research instruments consisted of student activity sheets, socioscientific issues-based worksheets, and scientific argumentation skill test items. The results showed that student activities in socioscientific issues-based learning for producing bioethanol from banana peels (*Musa sp.*) were carried out very well and followed the learning stages, with an average score of 86.3 in the very good category. The ability to complete the socioscientific issues-based worksheets achieved an average score of 89, also in the very good category. The scientific argumentation skills in the production of bioethanol from banana peels (*Musa sp.*) after the implementation of socioscientific issues-based learning reached an argumentation quality at level 4, indicating that students were able to provide arguments with one clear rebuttal. Therefore, socioscientific issues-based learning in the context of bioethanol production from banana peels (*Musa sp.*) can effectively develop students' scientific argumentation skills.

Key Words: Socioscientific Issues; Banana Peels; Bioethanol; Scientific Argumentation

Abstrak: Socioscientific Issues memfasilitasi peserta didik mengaitkan sains dengan realitas sosial, sehingga meningkatkan literasi ilmiah, keterampilan berpikir kritis, dan pengambilan keputusan rasional. *Socioscientific issues* memiliki dampak sosial yang mengharuskan peserta didik sebagai generasi penerus di masa depan untuk terlibat dalam dialog, diskusi, debat, dan argumentasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengembangan keterampilan argumentasi ilmiah pada pembuatan bioetanol kulit pisang (*Musa sp.*). Metode yang digunakan *pre-experimental* dengan rancangan *one-shot case study*. Instrumen penelitian berupa lembar aktivitas peserta didik, lembar kerja peserta didik berbasis *socioscientific issues*, dan soal tes keterampilan argumentasi ilmiah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas peserta didik dalam pembelajaran *socioscientific issues* pada pembuatan bioetanol kulit pisang (*Musa sp.*) terlaksana dengan sangat baik dan sesuai tahapan pembelajaran dengan nilai rata-rata sebesar 86,3 kategori sangat baik, Kemampuan dalam meyelesaikan lembar kerja berbasis *socioscientific issues* memperoleh nilai rata-rata sebesar 89 dengan kategori sangat baik. Keterampilan argumentasi ilmiah pada pembuatan bioetanol kulit pisang (*Musa sp.*) setelah diterapkannya pembelajaran *socioscientific issues* memiliki kualitas argumentasi dengan level 4 yang artinya peserta didik mampu memberikan argumen dengan satu sanggahan yang jelas. Dengan demikian, pembelajaran *socioscientific issues* pada pembuatan bioetanol kulit pisang (*Musa sp.*) dapat mengembangkan keterampilan argumentasi ilmiah.

Kata kunci: Bioetanol; Keterampilan Argumentasi Ilmiah; Kulit Pisang; *Socioscientific Issues*

PENDAHULUAN

Dalam era revolusi industri 4.0 yang sejalan dengan abad 21 ini, peserta didik dituntut untuk memiliki keterampilan berpikir kreatif (*creative thinking*), berpikir kritis dan pemecahan masalah (*critical thinking dan problem solving*), berkomunikasi (*communication*), dan kolaborasi (*collaboration*) atau yang biasa disebut dengan 4C (Alsyabi et al., 2022). Berdasarkan hal itu keterampilan argumentasi termasuk salah satu kemampuan yang penting untuk dimiliki peserta didik, karena secara tidak langsung akan mengkolaborasikan *critical thinking* dan keterampilan berkomunikasi dalam mewujudkan era ini (Rakhmawan et al., 2024).

Berdasarkan penelitian (Siska et al., 2020) menyatakan bahwa ternyata peserta didik mengalami kesulitan dalam berargumentasi ilmiah. Hal tersebut bisa dilihat saat peserta didik menjelaskan fenomena ilmiah selama pembelajaran di kelas mereka tampak merasa kesulitan terutama di SMA Negeri III Cirebon masih tergolong kurang biasa mengungkapkan argumentasi ilmiah dalam proses belajar di kelas. Rendahnya keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik berkaitan dengan minimnya pengalaman belajar dan dominasi guru dalam proses pembelajaran, yang mengakibatkan pemahaman siswa terhadap materi kurang mendalam. Akibatnya, kemampuan analisis mereka lemah, sehingga keterampilan argumentasi ilmiah (*scientific argumentation*) tidak berkembang (Erduran et al., 2005).

Salah satu untuk mengembangkan keterampilan argumentasi ilmiah dengan pembelajaran berbasis *socioscientific issues*. Pendekatan *socioscientific issues* adalah sebuah pendekatan yang menyoroti isu atau permasalahan yang muncul di tengah-tengah masyarakat. *Socioscientific issues* bertujuan untuk merangsang perkembangan intelektual, moral, dan etika, dengan meningkatkan kesadaran adanya hubungan antara ilmu pengetahuan dan kehidupan sosial (Zeidler et al., 2005). Selain itu pula pendekatan *socioscientific issues* berpotensi dalam melatih keterampilan untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi peserta didik ketika proses pembelajaran. Sintak contoh *socioscientific issues* mencakup orientasi informasi, menelaah materi, eksplorasi nilai etika, diskusi, kontruksi pernyataan, kajian etika, mengambil keputusan dan refleksi (Aisyah et al., 2017).

Salah satu isu sosial yang tengah mencuat adalah yang terkait dengan keberlanjutan energi dan penggunaan bahan bakar fosil, sejalan dengan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 40 tahun 2023 yang dikeluarkan oleh pemerintah, khususnya Kebijakan Energi Nasional. Kebijakan ini bertujuan untuk memajukan pengembangan sumber energi alternatif sebagai substitusi untuk bahan bakar minyak (BBM), dengan penekanan pada pemanfaatan bahan bakar nabati seperti *biofuel*. Salah satu jenis *biofuel* yang dapat dijelajahi dalam pelaksanaan kebijakan tersebut adalah bioetanol (Miskah et al., 2017). Bioetanol adalah jenis bahan bakar terbarukan yang diproduksi dari biomassa yang mengandung pati, gula, dan selulosa (Irwan et al., 2016).

Kulit pisang memiliki potensi untuk digunakan dalam pembuatan bioetanol, karena kulit pisang mengandung berbagai bahan yang dapat dimanfaatkan, yaitu pati, selulosa, dan hemiselulosa, yang dapat dieksplorasi dalam pembuatan bioetanol yang dikonversi menjadi glukosa setelah dihidrolisis (Anita et al., 2015). Menurut Dewi et al., (2023) pada penelitiannya menemukan bahwa kulit pisang yang difermentasi menghasilkan kandungan bioetanol tertinggi sebesar 9,5%, substrat getah aren 8%, dan Ubi jalar 9%. Hal ini menunjukkan bahwa kulit pisang memiliki potensi kompetitif dibanding bahan alami lain yang digunakan sebagai bahan baku untuk produksi bioetanol. Oleh karena hal itu, peneliti bertujuan untuk meneliti aktivitas, kemampuan menyelesaikan lembar kerja peserta didik dan pengembangan keterampilan argumentasi ilmiah pada pembelajaran *socioscientific issues* dalam pembuatan bioetanol dari kulit pisang (*musa sp*).

METODE

Desain penelitian ini menggunakan pendekatan *pre-experimental* dengan rancangan *one-shot case study* yaitu peserta didik akan diberikan satu kali perlakuan berupa postest setelah pembelajaran dilaksanakan (Sugiyono, 2017). Responden terdiri dari peserta didik yang mengikuti ekstrakulikuler Kelompok Ilmiah Remaja (KIR) MAN 2 Kota Bandung tahun ajaran

2024-2025 sebanyak 15 orang. Adapun prosedur penelitian dibagi menjadi tiga tahap, yaitu: (1) Tahap persiapan/Perencanaan seperti penyusunan instrumen penelitian disesuaikan dengan indikator *socioscientific issues* dan keterampilan argumentasi ilmiah kemudian di validasi oleh ahli, (2) Tahap pelaksanaan, yaitu menerapkan pembelajaran *socioscientific issues* yang terdiri dari pendekatan dan analisis masalah; klarifikasi masalah; melanjutkan isu permasalahan; diskusi evaluasi; dan metarefleksi (Rostikawati & Permanasari, 2016), (3) Tahap terakhir, peserta didik mengerjakan posttest sebanyak 10 soal uraian yang disesuaikan dengan indikator keterampilan argumentasi ilmiah kemudian dianalisis level argumentasinya berdasarkan level 0-5 (Farida, 2015).

Sumber data yang digunakan berasal dari aktivitas peserta didik, analisis kemampuan menyelesaikan lembar kerja, keterampilan argumentasi ilmiah secara lisan dan tes keterampilan argumentasi ilmiah secara tertulis yaitu dari soal akhir. Pengolahan data dilakukan berdasarkan instrumen kisi-kisi yang telah dibuat dan hasilnya dilihat berdasarkan kategori pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Analisis Menyelesaikan Lembar Kerja Peserta Didik

Nilai	Kategori
80-100	Sangat Baik
70-79	Baik
60-69	Cukup
50-59	Kurang
0-49	Sangat Kurang

Sumber: Farida, (2017)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan penjelasan dari hasil penelitian yang diperoleh dari pembelajaran *socioscientific issues* untuk mengembangkan keterampilan argumentasi ilmiah pada pembuatan bioetanol kulit pisang (*Musa sp*).

Hasil observasi aktivitas peserta didik pada setiap tahapan tersebut disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Keterlaksanaan Aktivitas Peserta Didik Pada Pembelajaran Berbasis Socioscientific Issues

No	Fase Pembelajaran	Nilai Aktivitas Kelompok			Rata-rata	Kategori
		1	2	3		
1	Pendekatan dan Analisis Masalah	95	75	85	85,0	Sangat Baik
2	Klarifikasi Masalah	89	92	78	86,3	Sangat Baik
3	Melanjutkan Isu Permasalahan Sosial	75	75	100	83,3	Sangat Baik
4	Diskusi dan Evaluasi	85	100	75	86,7	Sangat Baik
5	Metarefleksi	90	80	100	90,0	Sangat Baik
Nilai					86,3	Sangat Baik

Keberlangsungan penerapan pembelajaran berbasis *socioscientific issues* ini didasarkan pada deskripsi pembelajaran yang telah disusun sebelumnya. Evaluasi aktivitas selama penerapan dilakukan melalui metode observasi, yang mencatat aktivitas peserta didik selama kegiatan berlangsung dan hasil analisisnya terdokumentasi dalam lembar observasi. Berdasarkan hasil analisis setiap tahapan pembelajaran berbasis *socioscientific issues* pada

pembuatan bioetanol dari kulit pisang (*Musa sp*) yang terdapat dalam tabel 1 secara keseluruhan aktivitas yang dilakukan sudah sesuai dengan fase demi fase yang di tentukan dengan nilai sebesar 86,3 termasuk kategori sangat baik. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Afriliya (2022) bahwa penerapan pembelajaran berbasis *socioscientific issues* merupakan pembelajaran yang dapat meningkatkan aktivitas peserta didik, diantaranya membuat keputusan terkait isu sosial, meningkatkan sensitivitas dan meningkatkan literasi siswa.

Hasil nilai peserta didik berdasarkan analisis dari kemampuan menyelesaikan lembar kerja terdapat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kemampuan Menyelesaikan Lembar Kerja Peserta Didik pada Pembelajaran Berbasis *Socioscientific Issues*

No	Fase Pembelajaran	Nilai LKPD			Rata-rata	Kategori
		1	2	3		
1	Pendekatan dan Analisis Masalah	90	82	95	89	Sangat Baik
2	Klarifikasi Masalah	86	90	90	89	Sangat Baik
3	Melanjutkan Isu Permasalahan Sosial	100	67	100	89	Sangat Baik
4	Diskusi dan Evaluasi	90	86	100	92	Sangat Baik
5	Metarefleksi	92	80	92	88	Sangat Baik
		Nilai			89	Sangat Baik

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dengan pembelajaran berbasis *socioscientific issues* pada pembuatan bioetanol dari kulit pisang (*Musa sp*) dikembangkan berdasarkan tahapan atau fase pembelajaran berbasis *socioscientific issues* dan indikator keterampilan argumentasi ilmiah. Lembar kerja ini berfungsi sebagai panduan peserta didik dalam mempelajari pembuatan bioetanol dari kulit pisang (*Musa sp*). Peserta didik menyelesaikan lembar kerja secara berkelompok, dan kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan lembar kerja berbasis *socioscientific issues* dianalisis berdasarkan tahapan atau fase. Setiap soal yang terdapat dalam lembar kerja memuat indikator keterampilan argumentasi ilmiah

Berdasarkan Tabel 3 Secara keseluruhan, Lembar kerja yang digunakan selama pembelajaran menunjukkan hasil yang sangat baik dengan perolehan nilai sebesar 90,6 termasuk kategori sangat baik. Nilai rata-rata tertinggi pada penyelesaian lembar kerja diproleh pada fase metarefleksi yaitu sebesar 94,3 termasuk kategori sangat baik dan nilai rata-rata terendah diproleh pada fase klarifikasi masalah yaitu sebesar 88,8 kategori sangat baik sejalan dengan interpretasi pada Tabel 1.

Menurut Afrilya, (2019) pembelajaran yang menggunakan *socioscientific issues* bertujuan untuk melibatkan siswa dalam proses pengambilan keputusan, menunjukkan kepada siswa pentingnya keputusan mereka, serta melatih mereka untuk mempelajari suatu masalah secara menyeluruh, termasuk yang berkaitan dengan aspek moral siswa, artinya peserta didik dituntut untuk belajar mengambil keputusan dan melatih kinerja praktikum yang natinya berhubungan dengan sikap moral.

Keterampilan argumentasi ilmiah dikatakan berkembang dapat dianalisis melalui hasil tes keterampilan argumentasi ilmiah. Tes dilakukan di kegiatan akhir pembelajaran berbasis

socioscientific issues pada pembuatan bioetanol dari kulit pisang (*Musa sp*) selesai. Kategori pengembangan keterampilan argumentasi ilmiah setiap peserta didik berdasarkan level kualitas argumentasi yang mengacu pada *Toulmin's Argument pattern* (TAP).

Berdasarkan hasil penelitian, tes penilaian keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik, mengacu pada indikator Keterampilan Argumentasi Ilmiah (KAI) yang merupakan bagian dari TAP. Argumentasi yang dianalisis adalah argumentasi berdasarkan kelompok belajar secara lisan melalui presentasi dan argumentasi berdasarkan individu secara tulisan melalui pengajaran soal tes keterampilan argumentasi ilmiah. Adapun hasil keterampilan argumentasi lisan berdasarkan Tabel 4.

Tabel 4. Keterampilan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Secara Lisan

No	Indikator Argumentasi Ilmiah	Aspek Kinerja Adu Argumen	Nilai	Kategori
1	Claim	Kemampuan dalam mempresentasikan argumen hasil diskusi kelompok dengan jelas	89	Sangat Baik
2	Evidance dan Reasonning	Menjawab pertanyaan atau sanggahan dengan tepat dan benar	78	Baik
3	Rebuttal	Kemampuan menghargai pendapat, pertanyaan atau sanggahan orang lain	100	Sangat Baik
Nilai			89	Sangat Baik
Kategori				

Berdasarkan data pada Tabel 4 dapat disampaikan bahwa hasil pencapaian rata-rata kemampuan afektif berargumentasi ilmiah peserta didik menunjukkan kategori sangat baik dengan nilai 89. Aspek yang menonjol pada kinerja peserta didik selama berargumentasi yaitu aspek ketiga, yaitu kemampuan kelompok belajar menghargai pendapat, pertanyaan, atau sanggahan orang lain. Hal ini berkaitan mengenai indikator keterampilan argumentasi ilmiah yaitu *rebuttal*. Secara keseluruhan, keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik secara lisan beragam berdasarkan kelompok belajarnya, namun yang menjadi perhatian salah satu kelompok belajar peserta didik yang sudah mencapai level 4. Argumentasi level 4 adalah argumentasi terdiri dari argumen argumen dengan *claim* mengandung satu sanggahan yang jelas dan tepat dan mengandung beberapa *claim* atau *counter claim* (Farida, 2015).

Pada dasarnya membuat suatu argumentasi ilmiah bermula dari membuat argumen logis (Wodjack, 2010). Hal ini menunjukkan betapa sulitnya menyusun argumen, terutama jika peserta didik kurang terlatih dalam memanfaatkan sumber pustaka dan kurang terbiasa mengungkapkan gagasan. Selain itu menyusun argumen yang baik tidak bisa dilakukan dalam waktu yang singkat, sebagaimana yang diungkapkan oleh Sampson et al., (2011) bahwa belajar berargumentasi perlu dilakukan pada periode cukup lama. Meskipun demikian akan tetapi kualitas argumentasi pada saat presentasi peserta didik memiliki kecendrungan yang tinggi. Hal tersebut dibuktikan dengan penilaian kinerja pada saat memberikan argumentasi ketika presentasi dari berbagai aspek yang dinilai, aspek kemampuan kelompok belajar menghargai pendapat, pertanyaan atau sanggahan orang lain merupakan aspek presentase tertinggi yaitu 89 dengan kategori sangat baik.

Berdasarkan hasil tes tertulis keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik yang dilaksanakan setelah penerapan pembelajaran berbasis *socioscientific issues* pada pembuatan bioetanol dari kulit pisang (*Musa sp*) diperoleh nilai level rata-rata tertinggi tes yaitu level 4 artinya argumen dengan satu sanggahan yang jelas. Sejalan dengan penelitian Ginanjar et al., (2015) bahwa argumentasi pada level 4 menandakan bahwa siswa telah mampu memberikan sanggahan yang disertai oleh data atau teori/konsep yang relevan. Adapun hasil keterampilan argumentasi secara tulisan terdapat dalam Tabel 5.

Tabel 5. Keterampilan Argumentasi Ilmiah Secara Tulisan

Level Argumentasi	Karakteristik Level	Jumlah Peserta Didik Berdasarkan Level Argumentasi
0	Argumentasi yang terdiri dari sebuah claim saja	-
1	Argumentasi yang terdiri dari kalimat sederhana dan klaim berlawanan.	-
2	Argumentasi yang terdiri dari argumen-argumen yang berupa klaim (claim), klaim berlawanan (counter claim), data, jaminan (warrant) atau dukungan (backing) tetapi tidak mengandung sanggahan.	-
3	Argumentasi yang terdiri dari argumen-argumen dengan rangkaian klaim atau klaim berlawanan yang disertai dengan data, jaminan atau dukungan tetapi dengan sesekali sanggahan yang lemah	4
4	Argumentasi yang terdiri dari argumen-argumen dengan klaim dengan satu sanggahan yang diidentifikasi secara jelas. Argumen ini juga memiliki beberapa klaim dan klaim berlawanan, tetapi tidak diperlukan	6
5	Argumentasi yang terdiri dari argumen-argumen yang luas (extended) yang terdiri lebih dari satu sanggahan yang tepat dan jelas	5

Level rata-rata tersebut didapatkan dari level rata-rata kelompok belajar 1, 2 dan 3. Level rata-rata kelompok 1 yaitu level 5 yang artinya memiliki argumen dengan lebih dari satu sanggahan yang jelas. Level rata-rata kelompok belajar 2 yaitu level 4 yang artinya argumen terdiri dari satu sanggahan yang jelas. Sedangkan level rata-rata kelompok belajar 3 yaitu level 3 yang artinya argumen dengan memiliki sanggahan yang lemah.

Penilaian kualitas argumentasi diperoleh berdasarkan tulisan peserta didik. Pada tes tertulis yang mengacu pada indikator keterampilan argumentasi yang terdiri dari 10 soal uraian yang mengungkapkan bentuk argumentasi secara tertulis. Tujuan soal ini diberikan untuk melihat sejauh mana keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik secara tertulis. Dalam satu soal mencakup empat indikator keterampilan argumentasi yaitu *claim* (klaim), *evidence* (bukti), *reasoning* (alasan), dan *rebuttal* (sanggahan) dengan indikator pembelajaran berbeda yang harus dijawab oleh peserta didik. Terdapat dua soal yang mencakup indikator *claim*, Terdapat dua soal yang mencakup indikator *evidence*, Terdapat tiga soal pada indikator *Reasonning*, dan Terdapat tiga soal pada indikator *Rebuttal*.

Berdasarkan hasil yang diproleh kualitas level argumentasi peserta didik paling tinggi yaitu pada indikator *claim* nomor 1 yaitu level 5. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik sudah mampu memberikan *claim* dengan argumentasi lebih dari satu sanggahan yang jelas dan tepat.

Sedangkan rata-rata nilai terendah tardapat pada indikator *evidence* yaitu level 3. Hal ini karena peserta didik baru pertama kali menerima pembelajaran yang di integrasikan dengan keterampilan argumentasi ilmiah sehingga peserta didik masil lemah dalam memberikan argumentasi dengan bukti yang disertai pbenaran.

Secara keseluruhan, keterampilan argumentasi setelah pembelajaran dengan pembelajaran berbasis *socioscientific issues* pada pembuatan bioetanol dari kulit pisang (*Musa sp*) ini dapat dikatakan sudah mencapai level yang tertinggi dengan perolehan level 4 yang artinya siswa dapat menghubungkan *claim, evidence, Reasoning, and rebuttal* dengan argumentasi yang memiliki sanggahan yang jelas pada pembelajaran pembuatan bioetanol.

Perolehan hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Siska dkk., (Siska et al., 2020) Pendekatan *socioscientific issues* dapat meningkatkan argumentasi ilmiah siswa karena pada proses pembelajaran dengan pendekatan *socioscientific issues*, siswa disajikan isu dari sudut pandang pengetahuan sains (*scientific background*). Selain itu, siswa diharuskan untuk mengevaluasi isu sosial sains yang disajikan (*evaluation of information*), mengkaji dampaknya secara lokal, nasional, dan global (*local, national, and global dimension*), serta membuat keputusan terkait isu sosial sains tersebut (*decision making*).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan aktivitas peserta didik ketika proses pembelajaran *socioscientific issues* pada pembuatan bioetanol kulit pisang (*Musa sp*) mendapatkan nilai rata-rata sebesar 86,3 dengan kategori sangat baik. Hasil kemampuan dalam penyelesaian Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) *socioscientific issues* pada pembuatan bioetanol kulit pisang (*Musa sp*) mendapatkan nilai rata-rata sebesar 89 dengan kategori sangat baik. Pengembangan keterampilan argumentasi ilmiah setelah penerapan pembelajaran berbasis *socioscientific issues* pada pembuatan bioetanol dari kulit pisang (*Musa sp*), secara keseluruhan berada pada kualitas level 4 yakni argumen dengan sanggahan jelas. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran *socioscientific issues* mampu mengembangkan keterampilan argumentasi ilmiah pada pembuatan bioetanol kulit pisang (*Musa sp*). Saran peneliti berikutnya penelitian akan lebih maksimal jika dilakukan ditingkat lebih lanjut dan mencari materi/eksperimen yang lain.

REFERENSI

- Afrilya, N. A. (2019). pengaruh penerapan pendekatan socio scientific issues (SSI) terhadap kemampuan literasi sains siswa pada materi minyak bumi. *Jurusan Teknik Kimia USU*, 3(1), 1-19. http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84865607390&partnerID=tZ0tx3y1%0Ahttp://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=2LIMMD9FVXkC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Principles+of+Digital+Image+Processing+fundamental+techniques&ots=HjrHeuS_
- Aisyah, N., Wibowo, Y., & Aminatun, T. (2017). The Influence Of Socio-Scientific Issues On Reflective Judgment Of High School's Student In Ecosystem Material. *Jurnal Bioedukatika*, 4(2), 14. <https://doi.org/10.26555/bioedukatika.v4i2.5346>
- Alsyabi, A. F., Yanti, D., Fatikhah, D. M., & Rochmah, E. (2022). Penerapan Keterampilan 4C Abad 21 Dalam Pembelajaran Pendidikan Dasar Di SDN Sunyaragi 1 Kota Cirebon. *Jurnal Pendidikan*, 1(1), 9-13.
- Anita, N., Admadi H, B., & Arnata, I. (2015). Optimasi Konsentrasi Enzim Amiloglukosidase dan *Saccharomyces cerevisiae* dalam Pembuatan Bioetanol dari Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L*) Varietas Daya dengan Proses Sakarifikasi Fermentasi Simultan (SFS). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 3(2), 30-39.

- Dewi, L. K., Cahyani, C., Fitri, A., Prasetya, A. T., & Suzan, M. (2023). Effect of Hydrolysis and Amount of Yeast on Banana Peel Fermentation into Bioethanol. *Fluida*, 16(2). <https://doi.org/doi.org/10.35313/fluida.v16i2.4615>
- Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2005). The role of argumentation in developing scientific literacy. *Springer*, 1, 381–382.
- Farida, I. (2015). Profil Keterampilan Argumentasi Siswa Pada Konsep Koloid Yang Dikembangkan Melalui Pembelajaran Inkuiiri Argumentatif. *Edusains*, 6(1), 31–40. <https://doi.org/10.15408/es.v6i1.1098>
- Farida, I. (2017). *Evaluasi Pembelajaran Berdasarkan Kurikulum Nasional* (Engkus Kuswandi (ed.); 1st ed.). PT. Remaja Rosdakarya.
- Ginanjar, W. S., Utari, S., & Muslim, D. (2015). Penerapan Model Argument-Driven Inquiry Dalam Pembelajaran Ipa Untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa SMP. *Jurnal Pengajaran Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 20(1), 32. <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v20i1.559>
- Irwan, Ayu Wandira Putri, Sri Ulina Surbakti, & Bambang Trisakti. (2016). Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Waktu Fermentasi Pada Pembuatan Bioetanol dari Biji Campedak (Artocarpus champederi spreng). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(2), 21–26. <https://doi.org/10.32734/jtk.v5i2.1530>
- Miskah, S., Saing, W., & Siburian, C. (2017). Pembuatan Bioetanol dari biji Cempedak Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(4), 216–225.
- Rakhmawan, A., Ahied, M., & Hadi, W. P. (2024). Efektivitas Perangkat Pembelajaran Toulmin Argumentation Pattern (Tap) Berbasis Model Adi Dan Eksperimen Untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah. *Jurnal Natural Science Educational Research*, 7(2), 1–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.21107/nser.v7i2.26285>
- Rostikawati, D. A., & Permanasari, A. (2016). Rekonstruksi bahan ajar dengan konteks socio-scientific issues pada materi zat aditif makanan untuk meningkatkan literasi sains siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 156. <https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.8814>
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217–257. <https://doi.org/10.1002/sce.20421>
- Siska, S., Triani, W., Yunita, Y., Maryuningsih, Y., & Ubaidillah, M. (2020). Penerapan Pembelajaran Berbasis Socio Scientific Issues Untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah. *Edu Sains Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*, 8(1), 22–32. <https://doi.org/10.23971/eds.v8i1.1490>
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>