

**MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) MATERI  
ASAM BASA UNTUK MENINGKATKAN *CRITICAL THINKING* DAN *GREEN  
CHEMISTRY SKILLS*: A SCOPING REVIEW**

***SCOPING REVIEW OF PROBLEM BASED LEARNING (PBL)  
ACID-BASE MATERIAL TO IMPROVE CRITICAL THINKING AND GREEN  
CHEMISTRY SKILLS***

**\*Legendaria Raula Saputri dan Jamil Suprihatiningrum**

Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sunan  
Kalijaga Yogyakarta Indonesia

e-mail: [legendariars@gmail.com](mailto:legendariars@gmail.com)

**Abstrak**

Banyak siswa menganggap kimia menantang karena mengharuskan mereka melakukan perhitungan yang rumit, menangani berbagai variabel eksperimental, dan memperdebatkan berbagai topik teoretis. Artikel ini berfokus pada pendekatan Problem Based Learning (PBL) sebagai sarana untuk meningkatkan kapasitas intelektual siswa SMA/MA, khususnya pada bidang berpikir kritis dan green chemistry. Model PBL juga akan diperluas ke zat asam basa sebagai bagian dari penyelidikan ini. Penelitian ini meliputi tinjauan pustaka kualitatif dan analisis deskriptif. Metode Pengumpulan Data Dalam penelitian ini, langkah mendasar dari tinjauan literatur sistematis disebut sebagai proses tinjauan pelingkupan. Untuk menumbuhkan pemikiran kritis di kalangan siswa, pembelajaran berbasis proyek (PBL) yang berpusat pada keterampilan kimia hijau dapat digunakan. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa mengajarkan keterampilan kimia hijau kepada siswa dengan menggunakan pendekatan PBL secara signifikan meningkatkan tingkat pemikiran mereka dan memotivasi mereka untuk peduli terhadap lingkungan.

**Kata kunci:** *problem based learning*, asam basa, *critical thinking*, dan *green chemistry skills*

**Abstract**

*Many students find chemistry challenging since it requires them to do complex calculations, deal with a wide range of experimental variables, and debate a wide range of theoretical topics. This article focuses on the Problem Based Learning (PBL) approach as a means of enhancing the intellectual capacities of SMA/MA students, particularly in the areas of critical thinking and green chemistry. The PBL model will also be extended to acid-base substances as part of this investigation. This study includes a qualitative literature review and descriptive analysis. Methods for Collecting Data In this study, the fundamental steps of a systematic literature review are referred to as the scoping review process. To foster critical thinking amongst students, project-based learning (PBL) centered on green chemistry skills may be used. This study's findings suggest that teaching students green chemistry skills using a PBL approach significantly raises their level of thought and motivates them to care about the environment.*

**Keywords:** *Problem-based-learning*, acid-base, *critical thinking*, and *green chemistry skills*.

**PENDAHULUAN**

Manusia secara alami memecahkan kesulitan karena pasti akan menghadapinya dalam kehidupan sehari-hari. Dengan kata lain, seorang siswa yang menerima pelatihan pemecahan masalah akan mampu membuat penilaian karena

dia akan memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data terkait, mengevaluasi data, dan menyadari pentingnya memverifikasi hasil [1]. Manusia secara alami memecahkan kesulitan karena pasti akan menghadapinya dalam kehidupan sehari-hari. Dengan kata lain, seorang

siswa yang menerima pelatihan pemecahan masalah akan mampu membuat penilaian karena dia akan memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data terkait, mengevaluasi data, dan menyadari pentingnya memverifikasi hasil [2].

Rusman (2013) berpendapat bahwa proses PBL dapat melatih pikiran untuk melakukan refleksi, artikulasi, dan belajar melihat perbedaan pandangan. Kesulitan merupakan ciri proses pembelajaran PBL; mereka mungkin diciptakan oleh instruktur atau siswa, dan sebagai hasilnya, siswa belajar lebih dalam tentang apa yang telah mereka ketahui dan bagaimana memecahkan kesulitan dalam kelompok untuk saling mendukung dan berkolaborasi dalam memecahkan masalah [3]. Pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa didukung oleh prinsip pembelajaran berbasis masalah. Dengan demikian, keterampilan berpikir kritis siswa dapat dikembangkan dan disempurnakan melalui pembelajaran berbasis masalah [4].

Siswa sekolah menengah diharapkan telah mengembangkan pemikiran kritis berbasis ilmiah, pembelajaran mandiri, kerja tim kolaboratif, dan kecakapan komunikasi yang diuraikan dalam kriteria kompetensi negara bagian untuk ijazah sekolah menengah atas. Tujuannya adalah untuk membantu siswa lebih mengasah keterampilan yang mereka peroleh di kelas dan di tempat lain [4]. Siswa yang dapat berpikir kritis juga lebih siap untuk menemukan solusi kreatif terhadap tantangan yang menantang [5].

Studi pendahuluan yang dilakukan pada tanggal 6 September 2017 di SMAN 1 Gedeg Mojokerto menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa masih di bawah standar, dengan persentase interpretasi, analisis, penilaian, dan inferensi masing-masing sebesar 40%, 36,67%, 16,67%, dan 16,67%. Berdasarkan wawancara, guru kimia SMAN 1 Gedeg Mojokerto menemukan bahwa siswa kurang terlibat di kelas karena format ceramah yang selama ini digunakan dalam pendidikan mereka. Selain itu, siswa belum pernah diajarkan bagaimana mengatasi permasalahan di komunitasnya sebagai bagian dari

proses pendidikan [4]. Hasil penelitian terdahulu yang menggunakan model pembelajaran Problem Based Learning berhasil dilaksanakan dengan tingkat keterlaksanaan masing-masing sebesar 75%, 88,88%, dan 97,22%; siswa mencapai ketuntasan hasil belajar kognitif klasikal pada posttest (88,57%) dan keterampilan berpikir kritis berhasil dilatih (88,57%) [4].

Selain itu, persyaratan kompetensi 4 memerlukan pengalaman langsung dengan larutan asam-basa, teknik pengukuran, dan aplikasi sebagai bagian dari kegiatan pembelajaran asam-basa yang diamanatkan oleh silabus kurikuler 2013. Oleh karena itu, kualitas berpikir kritis siswa mungkin akan terpengaruh dengan penerapan paradigma pembelajaran yang sesuai. Pasalnya, materi asam basa mengandung banyak ide dan perhitungan sehingga kaya akan pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural. Pengajaran materi asam basa memerlukan pendekatan pembelajaran yang menekankan pada proses pemecahan masalah secara ilmiah, dan model *Problem Based Learning* sesuai dengan kebutuhan [6].

Diharapkan siswa lebih memahami materi asam basa, mampu menjelaskan kejadian yang berkaitan dengan materi asam basa, dan mampu menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan materi asam basa. Hal ini dikarenakan indikator asam basa banyak dijumpai di lingkungan sekitar. Selain itu, keterampilan merumuskan masalah dan hipotesis, menguji hipotesis, menganalisis data, dan menarik kesimpulan semuanya dimasukkan sebagai pelatihan wajib materi asam basa dalam kurikulum 2013. Memiliki kemampuan ini dapat membantu seseorang berpikir lebih kritis [7].

Kimia ramah lingkungan (*green chemistry*) adalah sebuah pendekatan baru dalam ilmu kimia yang berupaya mengurangi dampak negatif dari pembuatan, penggunaan, dan pembuangan bahan kimia. Kegiatan pembelajaran yang berpusat pada siswa dan mendorong keterlibatan aktif siswa dipupuk melalui interaksi berdasarkan keterampilan kimia hijau di kelas [8].

Untuk menghasilkan lebih sedikit limbah, membuat produk lebih aman, dan memanfaatkan bahan kimia dengan lebih baik, *Green Chemistry* menerapkan sejumlah ide berbeda. Data survei awal yang dikumpulkan pada bulan Oktober 2019 mengungkapkan bahwa 96,67 persen siswa sekolah menengah dan perguruan tinggi tidak mengenal istilah "kimia ramah lingkungan", yang menunjukkan bahwa konsep tersebut belum pernah diperkenalkan secara formal kepada mereka selama masa pendidikan mereka. *green chemistry* karena masih kurangnya minat siswa terhadap ilmu kimia khususnya asam dan basa. Eksperimen sederhana dengan bahan yang aman dan tidak beracun disarankan sebagai cara untuk membangkitkan rasa ingin tahu anak-anak terhadap bidang ini. [4].

## METODE

Proses *scoping review* dalam penelitian ini mengacu pada prosedur dasar tinjauan pustaka yang sistematis. Tujuan dari analisis ini adalah untuk menunjukkan dengan tepat prosedur yang diperlukan untuk menyusun protokol penelitian. Para peneliti menggunakan berbagai sumber, termasuk jurnal ilmiah dan situs web pemerintah, sehingga memerlukan metodologi tinjauan pelingkupan. Tinjauan pelingkupan adalah strategi untuk menemukan materi yang relevan dan mendalam yang telah dikumpulkan dari berbagai sumber dengan menggunakan metodologi penelitian yang berbeda.

*Scoping review* dalam penelitian ini mengikuti enam tahapan kerangka kerja yang direkomendasikan oleh [9], meliputi: 1) identifikasi pertanyaan penelitian dan penulisan protokol; 2) identifikasi literatur yang relevan; 3) pemilihan literatur; 4) pemetaan data; 5) menyusun, meringkas, dan melaporkan hasil; dan 6) konsultasi hasil. Berdasarkan tinjauan literatur sistematis, tahap ke enam dalam studi ini tidak cocok, sehingga peneliti memutuskan untuk tidak melibatkan tahap ini dengan pertimbangan tim peneliti sudah termasuk ahli di bidang studi pendidikan kimia.

Analisis data dilakukan melalui proses pemilihan, perbandingan, penggabungan, dan pemilahan sehingga ditemukan artikel yang relevan. Penelitian ini menggunakan sampel 18 publikasi baik jurnal dalam maupun luar negeri untuk mengkaji model pembelajaran berbasis

masalah materi asam basa yang berpotensi menumbuhkan penalaran analitis dan pendidikan kimia berwawasan lingkungan. Google Scholar, Google Search, dan Pubmed digunakan untuk mencari artikel yang relevan untuk penelitian ini [10] Artikel jurnal model pembelajaran skala nasional yang diterbitkan antara tahun 2008 hingga 2020 dianalisis untuk penelitian ini dengan menggunakan istilah sebagai berikut: *problem based learning in chemistry, critical thinking in chemistry learnig, dan green chemistry skills.*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Masyukur (2019), pendidik harus bisa memilih sendiri metode pengajarannya. Di sekolah, sebagian besar siswa masih diajar melalui ceramah, sehingga tidak efisien [11]. Yang jelas, mahasiswa masih bergantung pada dosennya untuk pendidikannya. Namun, pemerintah berharap untuk mengambil langkah menuju filosofi pembelajaran yang lebih berpusat pada siswa baik dalam Kurikulum 2013 maupun Kurikulum Mandiri. Menurut temuan beberapa peneliti yang terlibat dalam prosedur Penilaian Kinerja Guru (PKG), metode pengajaran dan pembelajaran tradisional, seperti memberikan tugas membaca dan menulis serta menyampaikan ceramah, membosankan dan menghambat siswa untuk terlibat secara aktif dengan materi [12].

Disarankan untuk lebih banyak variasi dalam bentuk gabungan pendekatan ceramah, diskusi, dan eksperimen. Kegiatan pembelajaran siswa yang menarik membuat minat siswa lebih aktif berpartisipasi dalam proses pembelajaran [13] Proses pembelajaran pada mata pelajaran ilmu pengetahuan alam (IPA), dan kimia pada khususnya, merupakan salah satu hal yang harus dikelola dengan baik agar dapat membangkitkan motivasi belajar siswa. Metode ilmiah dan pemikiran kritis adalah dua bidang yang dapat memperoleh manfaat dari prosedur eksperimental. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa siswa kesulitan memahami prinsip asam-basa yang paling mendasar sekalipun [14].

### **Problem Based Learning (PBL)**

Kegiatan pembelajaran dalam model PBL fokus pada langkah-langkah yang terlibat dalam mencapai solusi ilmiah terhadap suatu masalah.

Daripada secara pasif menerima informasi dan kemudian berusaha mengingatnya, seperti halnya dalam format perkuliahan tradisional, PBL mendorong siswa untuk secara aktif memikirkan atau menganalisis permasalahan, mencari dan mengolah data, menawarkan jawaban, dan menarik kesimpulan [15]. Hal ini sejalan dengan reaksi baik yang ditunjukkan karena pendekatan PBL memfasilitasi penemuan dan pemahaman materi pelajaran dengan memfasilitasi diskusi antar siswa mengenai topik-topik utama. Jelas bahwa meskipun beberapa siswa merasa tidak senang dengan situasi tersebut, mereka semua antusias dengan instruksi yang mereka terima. Hal ini sejalan dengan persentase siswa yang menunjukkan keterlibatan terhadap materi yang diajarkan dengan memberikan umpan balik yang baik [16].

### 1. Karakteristik Model PBL

Menurut Taufiq Amir karakteristik dari model pembelajaran PBL adalah sebagai berikut.

- a. Proses belajar diawali dengan masalah.
- b. Permasalahan yang digunakan seringkali merupakan presentasi floating-point dari permasalahan dunia nyata.
- c. Permasalahan membuat pembelajaran menjadi sulit, terutama ketika memperoleh pengetahuan di bidang baru.
- d. Berikan prioritas utama pada belajar mandiri,

2. Menurut Puta (2013) model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) memiliki beberapa kelebihan, diantaranya sebagai berikut :

- a. Karena merekalah yang mengajarkan topik tersebut, siswa memahaminya dengan lebih mendalam.
- b. Terlibat dalam kegiatan pemecahan masalah menuntut siswa untuk memiliki kemampuan berpikir kritis tingkat lanjut.
- c. Karena permasalahan diselesaikan secara langsung, siswa dapat langsung merasakan manfaat pembelajaran.
- d. Mengembangkan kemandirian siswa, kemampuan menentukan tujuan dan

menghargai sudut pandang orang lain, serta kemampuan menumbuhkan sikap sosial yang baik pada siswa lain

- e. Mempersiapkan siswa untuk interaksi belajar kelompok di mana mereka bertukar pengetahuan untuk memenuhi persyaratan ketuntasan minimal untuk pencapaian pembelajaran.
- f. Karena hampir setiap tahapan memerlukan partisipasi siswa, PBL diperkirakan dapat mendorong pengembangan bakat kreatif siswa, baik secara individu maupun kelompok.

Namun menurut Enny Dwi Lestaringasih (2017), salah satu kelemahan PBL adalah siswa mungkin tidak termotivasi untuk mencoba jika mereka tidak terlalu tertarik dengan topik yang dibahas. Selain itu, Anda perlu mengalokasikan waktu yang cukup untuk perencanaan jika ingin menggunakan paradigma pembelajaran berbasis masalah dengan sukses. Selain itu, anak-anak tidak akan mempelajari materi jika mereka tidak tahu mengapa mereka berusaha memecahkan masalah yang sedang mereka kerjakan [17].

### *Materi Asam Basa*

Baik asam maupun basa merupakan hal mendasar bagi keberadaan manusia sebagai molekul kimia. Asam sering ditemukan dalam zat dengan rasa asam, sedangkan basa bertanggung jawab atas kualitas licin dan rasa pahit senyawa dengan basa. [18]. Zat yang mempunyai pH asam, seperti cuka, disebut asam, sedangkan zat yang mempunyai pH basa, seperti abu kayu, disebut basa.

1. Konsep Asam Basa

a. Konsep Asam Basa Arrhenius

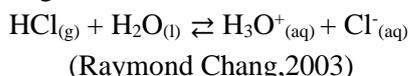
Teori asam basa pertama kali dikemukakan oleh Arrhenius untuk larutan berbahan dasar air. Zat netral yang mengalami hidrolisis menghasilkan ion H<sup>+</sup> disebut asam [19]. Beberapa sifat umum asam dan basa menurut Arrhenius diuraikan dalam tabel 1.

**Tabel 2.** Sifat umum asam dan basa menurut Arrhenius [Raymond Chang Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti ed. 3 2003]

Sifat	Asam	Basa
Rasa	Masam	Pahit
Identifikasi dengan lakmus	Mengubah warna kertas lakmus menjadi merah	Mengubah warna kertas lakmus menjadi biru
Reaksi dengan logam tertentu	Menghasilkan gas H <sub>2</sub>	Menyebabkan reaksi penggantian
Identifikasi dengan indera perasa	Terasa perih	Terasa licin
Daya penghantar listrik	Konduktor	Konduktor

b. Teori Asam Basa Bronsted Lowry

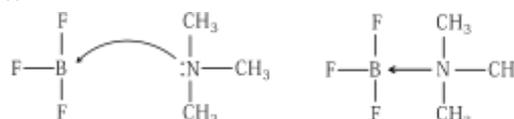
Bronsted membuat pengamatan bahwa asam melepaskan satu proton sedangkan basa mengambil satu proton. Asam bronsted, seperti HCl, menyumbangkan protonnya ke air, yang kemudian membentuk ion H<sup>+</sup> (atom hidrogen yang kehilangan elektron, sehingga dinamakan "proton"). Sebaliknya H<sub>2</sub>O bersifat basa karena dapat mengambil ion H<sup>+</sup> [20]. Beginilah reaksi orang-orang:



c. Teori Asam Basa Lewis

Menurut Lewis, basa merupakan senyawa donor elektron dan asam merupakan senyawa akseptor pasangan. Segala sesuatu yang didefinisikan Bronsted-Lowry sebagai asam atau basa termasuk dalam model Lewis. Interaksi antara ion H<sup>+</sup> dan ion F<sup>-</sup> dari molekul HF merupakan contoh pasangan elektron donor-akseptor. Reaksi ini menunjukkan bahwa ion H<sup>+</sup> adalah asam Lewis karena ia mempunyai orbital s kosong yang dapat menerima pasangan elektron dari ion F<sup>-</sup> (basa Lewis). Hal ini memungkinkan pengikatan HF hanya dengan satu pasangan elektron [21].

Reaksi BF<sub>3</sub> dengan N(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub> merupakan ilustrasi yang baik mengenai hal ini::



Menurut definisi Lewis, asam adalah asam yang dapat menerima sepasang elektron, sehingga senyawa seperti BF<sub>3</sub> bersifat asam, sedangkan senyawa seperti NH<sub>3</sub> bersifat basa.

d. Larutan Indikator

Ketika dimasukkan ke dalam sampel, seringkali berupa larutan, indikator asam-basa (juga dikenal sebagai indikator pH) adalah bahan kimia halokromik yang berubah warna tergantung pada kondisi pH larutan. Indikasinya adalah bahan kimia yang mampu atau mungkin bereaksi dengan zat asam basa. Untuk menentukan keasaman, kebasaaan, atau netralitas suatu larutan, para ilmuwan menggunakan penanda alami dan sintetis yang dikenal sebagai indikator asam basa. Anda juga dapat menggunakan indikasi ini untuk mengetahui seberapa kuat suatu asam atau basa. Ada indikator yang dihasilkan secara alami dan ada pula yang dibuat secara buatan di laboratorium.

Lebih mudah untuk mengidentifikasi sifat asam dan basa suatu bahan bila menggunakan larutan indikator, itulah sebabnya indikator sering digunakan dalam bentuk larutan [22].

Beberapa sifat indikator asam dan basa diuraikan dalam Tabel 3.

**Tabel 3.** Sifat indikator asam dan basa menurut Arrhenius

Indikator	Warna	
	Asam	Basa
Timol Biru	Merah	Kuning
Bromofenol Biru	Kuning	Ungu kebiruan
Metil Jingga	Jingga	Kuning
Metil Merah	Merah	Kuning
Klorofenol Biru	Kuning	Merah
Bromotimol Biru	Kuning	Biru
Kresol Merah	Kuning	Merah
Fenolflatain	Tak berwarna	Pink kemerahan

### Critical Thinking

Kemampuan berpikir didefinisikan sebagai “kapasitas memperoleh dan memproses informasi dalam memori untuk tujuan menghasilkan konsep, penalaran, evaluasi kritis, dan pemecahan masalah” [23]. Berpikir kritis sebagai “*reasonable reflective thinking focused on deciding what to believe or do*” menggambarkan proses penggunaan akal sehat (logika) dan refleksi diri untuk sampai pada suatu kesimpulan tentang suatu masalah [24].

Siswa di abad kedua puluh satu harus mampu berpikir kritis lebih dari bakat lainnya [25]. Siswa dalam pembelajaran dituntut memiliki ilmu pengetahuan, sikap, dan perilaku yang kritis. Tingkat berpikir dibagi menjadi berpikir tingkat rendah (*lower order thinking*) yang digunakan kemampuan hanya dalam faktor sehari-hari, berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking*) siswa mampu menjelaskan, menganalisis, dan menerapkan ilmu yang didapat. Dalam pembelajaran IPA, berpikir kritis harus dikembangkan agar siswa tidak hanya mengingat ilmunya, tetapi juga menerapkan dikehidupan kesehariannya [26]. Oleh karena itu,

pendidikan di sekolah harus membentuk siswa supaya memiliki kemampuan berpikir kritis dan peduli terhadap lingkungan.

*Green chemistry* adalah strategi untuk meminimalkan penciptaan dan penggunaan bahan kimia berbahaya [27]. Ada semakin banyak isu yang membutuhkan penggunaan *green chemistry* di abad ke-21. Lingkungan hidup merupakan salah satu permasalahan yang sangat penting. Tingkat kerusakan lingkungan ini sungguh memprihatinkan. Tujuan pengajaran kimia ramah lingkungan adalah untuk membekali siswa dengan keterampilan yang mereka perlukan untuk mengatasi permasalahan lingkungan yang pasti akan mereka hadapi saat dewasa di abad kedua puluh satu [28].

Pembelajaran Pengembangan Pengetahuan dan Praktek (LKPD) yang mengambil pendekatan *green chemistry* membawa ide-ide *green chemistry* ke dalam kelas. Hasil penelitian Azizah (2017) mengenai pembuatan Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry* pada Bahan Asam Basa, Larutan Buffer, dan Hidrolisis Garam menunjukkan sangat layak digunakan, dengan kategori penilaian ahli materi mendapat nilai sangat baik 85,3% dan penilaian

ahli media mendapat nilai baik 80,6%. Namun pada penelitian Azizah (2017), ia hanya membangun manual praktik kimia hijau tanpa ada soal literasi sains, dengan demikian LKPD yang akan dikembangkan merupakan penyempurnaan dari penelitian tersebut untuk meningkatkan kemampuan literasi sains pada materi asam basa.

Siswa di salah satu SMA Negeri Surabaya memanfaatkan Lembar Kerja Siswa (LKPD) yang belum memuat green chemistry dan belum mengarah pada ilmu pengetahuan yang lebih luas. Data awal menunjukkan bahwa sebagian besar siswa (93,33%) tidak menyadari relevansi kimia hijau dengan pendidikan kimia, bahkan lebih banyak lagi (76,67%) yang tidak menyadari relevansi literasi sains dengan LKPD yang dipekerjakan, yaitu 60% siswa tidak pernah menerapkan apa yang dipelajarinya untuk menyelesaikan permasalahan di dunia nyata, bahwa 56,67%) mempunyai masalah dengan bahan asam basa, dan 53,33%) tidak mengetahui kegunaan bahan asam basa dalam kehidupan sehari-hari [29].

Lembar Kerja Siswa (LKPD) digunakan oleh siswa di salah satu SMA Negeri Surabaya, meskipun belum memuat green chemistry atau memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar lebih luas. Temuan awal yang ditemukan antara lain: 93,33 persen siswa tidak menyadari pentingnya kimia ramah lingkungan dalam pendidikan kimia; 76,6 persen siswa tidak menyadari pentingnya literasi sains pada LKPD yang dipekerjakan; 60 persen siswa tidak pernah

menggunakan apa yang mereka pelajari untuk memecahkan masalah di dunia nyata; 56,6 persen siswa mengalami kesulitan pada materi asam basa; 53,33 persen siswa belum mengetahui pemanfaatan bahan asam basa dalam kehidupan sehari-hari.

*“Green chemistry is the practice of chemistry in a manner that maximizes its benefits while eliminating or at least greatly reducing its adverse impacts. Green chemistry is the sustainable practice of chemical science and manufacturing within a framework of industrial ecology in a manner that is sustainable, safe, and non-polluting, consuming minimum amounts of energy and material resources while producing virtually no wastes”.*

Pembelajaran berbasis masalah (PBL) telah terbukti secara signifikan mempengaruhi kinerja akademik ketika diterapkan dengan sukses. Hal ini disebabkan oleh kenyataan bahwa proses pendekatan PBL mencakup hal-hal seperti memperkenalkan siswa pada subjek yang ada, membuat mereka terorganisir untuk belajar, membantu mereka melakukan penelitian sendiri, bekerja dengan mereka untuk menciptakan dan menyajikan solusi mereka sendiri, dan melakukan refleksi. pada pekerjaan mereka. Kepedulian siswa terhadap lingkungan dan kapasitas berpikir tingkat tinggi keduanya didukung oleh fase paradigma PBL ini.

**Tabel 4.** Hasil Scoping review

No	Peneliti	Hasil
1.	[30]	Kemampuan berpikir kritis siswa terhadap materi Asam dan Basa meningkat bila digunakan paradigma Blended-Problem Based Learning.
2.	[31]	Kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran asam basa rata-rata berada pada tingkat sangat baik dengan perolehan skor 76,67%.

3.	[32]	Jika dibandingkan dengan pembelajaran tradisional yang berfokus pada muatan asam basa, rata-rata hasil belajar siswa yang menggunakan model pembelajaran problem based learning (PBL) lebih baik.
4.	[33]	Terdapat peningkatan yang signifikan pada hasil belajar kognitif dan kemampuan berpikir kritis siswa yang ditunjukkan dengan tingginya skor n-gain pada kedua area tersebut.
5.	[34]	Pengamatan langsung dan tidak langsung, hukum sebab akibat, penalaran logis, dan kerangka logika berbasis prinsip merupakan tanda-tanda peningkatan kemampuan ilmiah generik melalui penerapan paradigma PBL.
6.	[35]	Kemampuan berpikir kritis siswa pada materi asam basa kelas XI SMA Negeri 2 Langgudu tahun pelajaran 2021/2022 dipengaruhi oleh penerapan pendekatan pembelajaran creative problem solver (CPS).
7.	[36]	Di SMAN 11 Kota Jambi, Indonesia, penggunaan pendekatan pembelajaran berbasis proyek memberikan dampak yang signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis dan imajinatif siswa tentang materi asam dan basa.
8.	[37]	Ketika digunakan untuk menyangga materi solusi, metodologi pembelajaran berbasis masalah memiliki dampak yang lebih besar pada keterampilan berpikir kritis siswa dibandingkan bentuk pendidikan tradisional.
9.	[38]	Siswa yang menggunakan model PjBL dan pendekatan green chemistry memiliki rata-rata hasil kognitif yang lebih baik dibandingkan siswa yang menggunakan metodologi yang lebih tradisional.
10.	[39]	Di MAN 1 Mataram, modul PBL green chemistry memang memberikan pengaruh terhadap kemampuan siswa dalam memahami dan menggunakan konsep ilmiah.
11.	[40]	Model pendidikan Problem Based Learning berbasis berpikir kritis berpengaruh terhadap cara belajar siswa.
12.	[41]	Untuk menilai keterampilan berpikir kritis siswa dalam kaitannya dengan isi solusi mereka, pembelajaran berbasis masalah dapat disampaikan baik di ruang kelas tradisional atau sepenuhnya online.

13.	[42]	Data yang diperoleh melalui pembelajaran berbasis masalah menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa pada topik evolusi model atom berada di atas rata-rata.
14.	[43]	Peningkatan hasil siswa dalam berbagai bidang seperti berpikir kritis, pemecahan masalah secara kreatif, dan kemampuan berpikir mandiri dalam menanggapi pertanyaan merupakan ciri-ciri pendekatan pendidikan PBL.
15.	[44]	Menerapkan paradigma PBL dan memasukkan STEM ke dalam kelas telah terbukti meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.
16.	[45]	Nilai rata-rata model PBL pertemuan pertama dan kedua masing-masing sebesar 3,60 dan 3,76 yang menunjukkan kriteria sangat baik sekali.
17.	[46]	Nilai rata-rata kelas eksperimen yang menggunakan pendekatan Problem Based Learning sebesar 25,5789, sedangkan nilai rata-rata kelas kontrol sebesar 64,6667 menunjukkan adanya pengaruh yang merugikan terhadap kemampuan berpikir kritis.
18.	[47]	Integrasi E-modul ke dalam kerangka PBL terbukti meningkatkan pemikiran kritis siswa dan komitmen mereka dalam menjaga lingkungan.

## SIMPULAN

Evaluasi literatur pada penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis dan kimia hijau pada materi asam basa dipengaruhi secara signifikan oleh metodologi pembelajaran. Pembelajaran berbasis masalah (PBL) adalah strategi pembelajaran yang dapat diterapkan.

## SARAN

1. Perlu adanya kajian lebih lanjut untuk membangun media dan alat pembelajaran berbasis PBL pada materi asam dan basa untuk mendukung penerapan paradigma pembelajaran PBL, karena penelitian saat ini hanya fokus pada penerapannya.
2. Selain itu, perlu adanya kajian lebih lanjut bagaimana model pembelajaran PBL dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan menggunakan sumber tambahan yang sejalan dengan paradigma PBL.
3. Ketiga, seorang guru memerlukan kemampuan membaca ruangan dan melakukan penyesuaian-penyesuaian yang diperlukan agar suatu model pembelajaran menjadi efektif. Berpikir kritis dan kepedulian siswa terhadap lingkungan dapat ditingkatkan dengan penggunaan materi asam basa jika menggunakan pendekatan pengajaran yang tepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Hertiavi, H. Langlang, And S. Khanafiyah, 'Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw Untuk Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Smp', 2010.
- [2] M. Murtihapsari, F. Achmad, C. N. Larasati, And R. Yogaswara, 'Penggunaan Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Minat Hasil Belajar Kimia', *Jambura J. Educ. Chem.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 64–69, Aug. 2022, Doi: 10.34312/Jjec.V4i2.14050.
- [3] U. Setyorini, S. E. Sukiswo, And B. Subali, 'Penerapan Model Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Smp', 2011.
- [4] D. R. Puspitasari, L. Yuliati, And S. Kusairi, 'Keterkaitan Antara Pola Keterampilan Berpikir Dengan Penguasaan Konsep Siswa Pada Pembelajaran Strategi Metakognisi Berbantuan Thinking Map', *Indones. J. Appl. Phys.*, Vol. 4, No. 02, P. 142, Feb. 2017, Doi: 10.13057/Ijap.V4i02.4978.
- [5] Ebiendele Ebosele Peter, 'Critical Thinking: Essence For Teaching Mathematics And Mathematics Problem Solving Skills', *Afr. J. Math. Comput. Sci. Res.*, Vol. 5, No. 3, Feb. 2012, Doi: 10.5897/Ajmcsr11.161.
- [6] A. Irfiana, 'Desain Instrumen Tes Three-Tier Multiple Choice Bermuatan Critical Thinking Skills Untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sma Terkait Materi Asam Basa', 2022.
- [7] D. Handayani, R. Elvia, M. M. Aditia, And M. Alperi, 'Pengembangan Video Asam Basa Berbasis Lingkungan Untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa Kelas Xi', *J. Teknodik*, Vol. 25, No. 2, P. 95, Dec. 2021, Doi: 10.32550/Teknodik.V25i2.620.
- [8] Jurusan Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Rawamangun 13220, Jakarta And N. Nurbaity, 'Pendekatan Green Chemistry Suatu Inovasi Dalam Pembelajaran Kimia Berwawasan Lingkungan', *Jrpk J. Ris. Pendidik. Kim.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 13–21, Jul. 2011, Doi: 10.21009/Jrpk.011.02.
- [9] R. Widiasih, R. D. Susanti, C. W. Mambang Sari, And S. Hendrawati, 'Menyusun Protokol Penelitian Dengan Pendekatan Setpro: Scoping Review', *J. Nurs. Care*, Vol. 3, No. 3, Aug. 2020, Doi: 10.24198/Inc.V3i3.28831.
- [10] F. N. Zakiyyah, Y. Winoto, And R. Rohanda, 'Pemetaan Bibliometrik Terhadap Perkembangan Penelitian Arsitektur Informasi Pada Google Scholar Menggunakan Vosviewer', *Informatio J. Libr. Inf. Sci.*, Vol. 2, No. 1, P. 43, Jun. 2022, Doi: 10.24198/Inf.V2i1.37766.
- [11] D. H. Aliputri, 'Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Make A Match Berbantuan Kartu Bergambar Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa', *J. Bid. Pendidik. Dasar*, Vol. 2, No. 1a, Pp. 70–77, Apr. 2018, Doi: 10.21067/Jbpd.V2i1a.2351.
- [12] J. I. Manalu, R. P. Napitupulu, And Y. A. Sidabutar, 'Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Make A Match Terhadap Hasil Belajar Subtema 1 Bagaimana Tubuh Mengolah Makanan Siswa Kelas V Upt Sd Negeri 02 Limapuluh'.
- [13] K. Aryaningrum And R. E. Pratama, 'Penggunaan Internet Multimedia Interaktif Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Pembelajaran Ips', Vol. 2, No. 2.
- [14] A. Emda, 'Laboratorium Sebagai Sarana Pembelajaran Kimia Dalam Meningkatkan Pengetahuan Dan Ketrampilan Kerja Ilmiah'.
- [15] M. Saleh, 'Strategi Pembelajaran Fiqh Dengan Problem-Based Learning', *J. Ilm. Didakt.*, Vol. 14, No. 1, Aug. 2013, Doi: 10.22373/Jid.V14i1.497.
- [16] H. Humaidi, A. Qohar, And S. Rahardjo, 'Respon Siswa Terhadap Penggunaan Video Youtube Sebagai Media Pembelajaran Daring Matematika', *Jipm J. Ilm. Pendidik. Mat.*, Vol. 10, No. 2, P. 153, Oct. 2021, Doi: 10.25273/Jipm.V10i2.9108.
- [17] S. Prayogi And M. Asy'ari, 'Implementasi Model Pbl (Problem Based Learning) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa', *Prisma Sains J. Pengkaj. Ilmu Dan Pembelajaran Mat. Dan Ipa Ikip Mataram*, Vol. 1, No. 1, P. 80, Jun. 2013, Doi: 10.33394/J-Ps.V1i1.521.
- [18] B. Zuhroti, S. Marfu'ah, And M. S. Ibnu, 'Identifikasi Pemahaman Konsep Tingkat Representasi Makroskopik, Mikroskopik Dan Simbolik Siswa Pada Materi Asam-Basa', *J-Pek J. Pembelajaran Kim.*, Vol. 3, No. 2, Pp. 44–49, Dec. 2018, Doi: 10.17977/Um026v3i22018p044.
- [19] N. L. Azizah And L. Mahardiani, 'Analisis Miskonsepsi Dengan Tes Diagnostik Two-Tier Multiple Choice Dan In-Depth Interview Pada Materi Asam Basa', *J. Pendidik. Kim.*, Vol. 11, No. 2, 2022.

- [20] B. Anitasari, A. Winarti, And R. Rusmansyah, 'Media Simulasi Phet (Physics Education Technology) Untuk Mereduksi Miskonsepsi Siswa Pada Konsep Asam Basa', *Quantum J. Inov. Pendidik. Sains*, Vol. 10, No. 1, P. 8, May 2019, Doi: 10.20527/Quantum.V10i1.5713.
- [21] I. Utami And B. Mulyani, 'Identifikasi Miskonsepsi Asam – Basa Dengan Two Tier Multiple Choice Dilengkapi Interview', *J. Pendidik. Kim.*, Vol. 9, No. 1, 2020.
- [22] N. Fitriah, S. Syafari, And M. Mardani, 'Analisa Perbedaan Indikator Asam Dan Basa Menggunakan Variasi Ekstrak Bunga (Mawar, Kembang Sepatu, Bougenville)', *J. Sains Dan Teknol. Reaksi*, Vol. 18, No. 01, Jun. 2021, Doi: 10.30811/Jstr.V18i01.2104.
- [23] I. Trimahesri And A. T. A. Hardini, 'Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran Matematika Menggunakan Model', Vol. 2, No. 2, 2019.
- [24] N. Daniati, D. Handayani, R. Yogica, And H. Alberida, 'Analysis Of Critical Thinking Skill Level Of Students Smp Negeri 2 Padang About Environmental Pollution', *J. Atrium Pendidik. Biol.*, Vol. 3, No. 1, P. 1, Nov. 2018, Doi: 10.24036/Apb.V3i1.4247.
- [25] Ş. D. Belet Boyacı And N. Atalay, 'Slowmation Application In Development Of Learning And Innovation Skills Of Students In Science Course', *International Electron. J. Elem. Educ.*, Vol. 11, No. 5, Pp. 507–518, Jun. 2019, Doi: 10.26822/Iejee.2019553347.
- [26] H. Norrizqa, 'Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran Ipa', 2021.
- [27] D. Hariyadi, E. Enawaty, And I. Lestari, 'Pengaruh Metode Praktikum Green Chemistry Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas Vii Smp Negeri 08 Singkawang Pada Materi Pemisahan Campuran'.
- [28] A. Wijaya, 'Efektivitas Tripartite Environment Ministers Meeting (Temmm) Terhadap Penanggulangan Masalah Lingkungan Di Tiongkok, Jepang Dan Korea Selatan', Vol. 1, No. 1, 2021.
- [29] M. Mitarlis, U. Azizah, And B. Yonata, 'Adaptation Of Basic Chemistry Learning With Green Chemistry Oriented', *J-Pek J. Pembelajaran Kim.*, Vol. 7, No. 2, Pp. 80–89, Dec. 2022, Doi: 10.17977/Um026v7i22022p080.
- [30] D. Darwis, A. Rahman, And M. Latif, 'Pengaruh Penerapan Model Blended-Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Asam Dan Basa', *Jrpk J. Ris. Pendidik. Kim.*, Vol. 10, No. 2, Pp. 79–87, Dec. 2020, Doi: 10.21009/Jrpk.102.03.
- [31] S. Fitri And P. S. Ritonga, 'Strategi Pembelajaran Problem Based Instruction; Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Pada Asam-Basa', *J. Zarah*, Vol. 11, No. 1, Pp. 1–8, May 2023, Doi: 10.31629/Zarah.V11i1.4196.
- [32] O. Rampi, E. Pongoh, And J. Caroles, 'Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (Pbl) Pada Materi Asam Basa Siswa Kelas Xi Ipa Di Sma Negeri 1 Tenga', 2021.
- [33] R. M. Ayirahma And M. Muchlis, 'Pengembangan E-Lkpd Berorientasi Model Pbl Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Pada Materi Asam Basa', *J. Pendidik. Indones.*, Vol. 4, No. 6, Pp. 675–683, Jun. 2023, Doi: 10.59141/Japendi.V4i6.1961.
- [34] H. Zakiyah, A. Adlim, And A. Halim, 'Implementasi Model Pembelajaran Berbasis Masalah Pada Materi Titrasi Asam Basa Untuk Meningkatkan Keterampilan Generik Sains Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia', *Lantanida J.*, Vol. 2, No. 1, P. 107, Jun. 2014, Doi: 10.22373/Lj.V2i1.668.
- [35] A. Jariyah, D. Wahyudiati, And B. A. Riyandari, 'The Effect Of Creative Problem Solving Learning Model On Students' Critical Thinking Ability On Acid-Base Materials In Class Xi Sman 2 Langgudu', 2022.
- [36] R. Annisa, M. H. Effendi, And D. Damris, 'Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Dengan Menggunakan Model Project Based Learning Berbasis Steam (Science, Technology, Engineering, Arts Dan Mathematic) Pada Materi Asam Dan Basa Di Sman 11 Kota Jambi', *J. Indones. Soc. Integr. Chem.*, Vol. 10, No. 2, Pp. 14–22, Apr. 2019, Doi: 10.22437/Jisic.V10i2.6517.
- [37] M. Warahmah, R. Rahmawati, And J. Siahaan, 'Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Xi Mia Sma Negeri 1 Kediri Tahun Pelajaran 2019/2020 Pada Materi Larutan Penyangga', *Chem. Educ. Pract.*, Vol. 4, No. 1, P. 73, May 2021, Doi: 10.29303/Cep.V4i1.2200.
- [38] S. K. Najih, 'Penggunaan Pigmen Alami Pada Tenun Troso Dengan Fiksasi Asam-Basa: Pendekatan Green Chemistry Melalui Project Based Learning', *Orbital J. Pendidik. Kim.*, Vol. 3, No. 1, Pp. 54–64, Jun. 2019, Doi: 10.19109/Ojpk.V3i1.3368.
- [39] S. Suryati, H. Hendrawani, And N. Walidatun, 'Pengaruh Modul Pbl Berorientasi Green Chemistry Pada Materi Hidrolisis Garam

Terhadap Literasi Sains Siswa’, *Lensa J. Kependidikan Fis.*, Vol. 9, No. 1, P. 86, Jun. 2021, Doi: 10.33394/J-Lkf.V9i1.4343.

[40] G. H. Ramadhana And A. Sutiani, ‘Implementation Of Problem Based Learning On Critical Thinking To Increase Learning Outcomes And Student Activities’, Vol. 5, No. 1, 2023.

[41] W. Widyaningrum, S. Nurhayati, And S. Mursiti, ‘Pengaruh Penerapan Blended Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Pada Materi Larutan Penyangga’, 2023.

[42] A. Haetami And M. A. Marhadi, ‘Analisis Keterampilan Berpikir Kritis-Issni:S27w21-2a963 Pada Materi Perkembangan Model Atom Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah (Pbl)’, *J. Pendidik. Kim.*, Vol. 6, 2021.

[43] M. Murthapsari, F. Achmad, C. N. Larasati, And R. Yogaswara, ‘Penggunaan Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Minat Hasil Belajar Kimia’, *Jambura J. Educ. Chem.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 64–69, Aug. 2022, Doi: 10.34312/Jjec.V4i2.14050.

[44] N. Wahdaniyah, R. Agustini, And T. Tukiran, ‘Analysis Of Effectiveness Pbl-Stem To Improve Student’s Critical Thinking Skills’, *Ijorer Int. J. Recent Educ. Res.*, Vol. 4, No. 3, Pp. 365–382, May 2023, Doi: 10.46245/Ijorer.V4i3.312.

[45] R. Yulfiani And M. Muchlis, ‘Implementation Of Problem Based Learning To Train Critical Thinking Skills Students At Basic Acid Materials’, *Jcer J. Chem. Educ. Res.*, Vol. 5, No. 2, Pp. 61–69, Dec. 2021, Doi: 10.26740/Jcer.V5n2.P61-69.

[46] I. Malasari And Y. K. Dewi, ‘The Effect Of The Problem Based Learning Model On The Critical Thinking Skills Of Class Xi Students Of Sma Al-Hamzar’, 2022.

[47] M. N. Aufa, R. Rusmansyah, M. Hasbie, A. Jaidie, And A. Yunita, ‘The Effect Of Using E-Module Model Problem Based Learning (Pbl) Based On Wetland Environment On Critical Thinking Skills And Environmental Care Attitudes’, *J. Penelit. Pendidik. Ipa*, Vol. 7, No. 3, Pp. 401–407, Jul. 2021, Doi: 10.29303/Jppipa.V7i3.732.