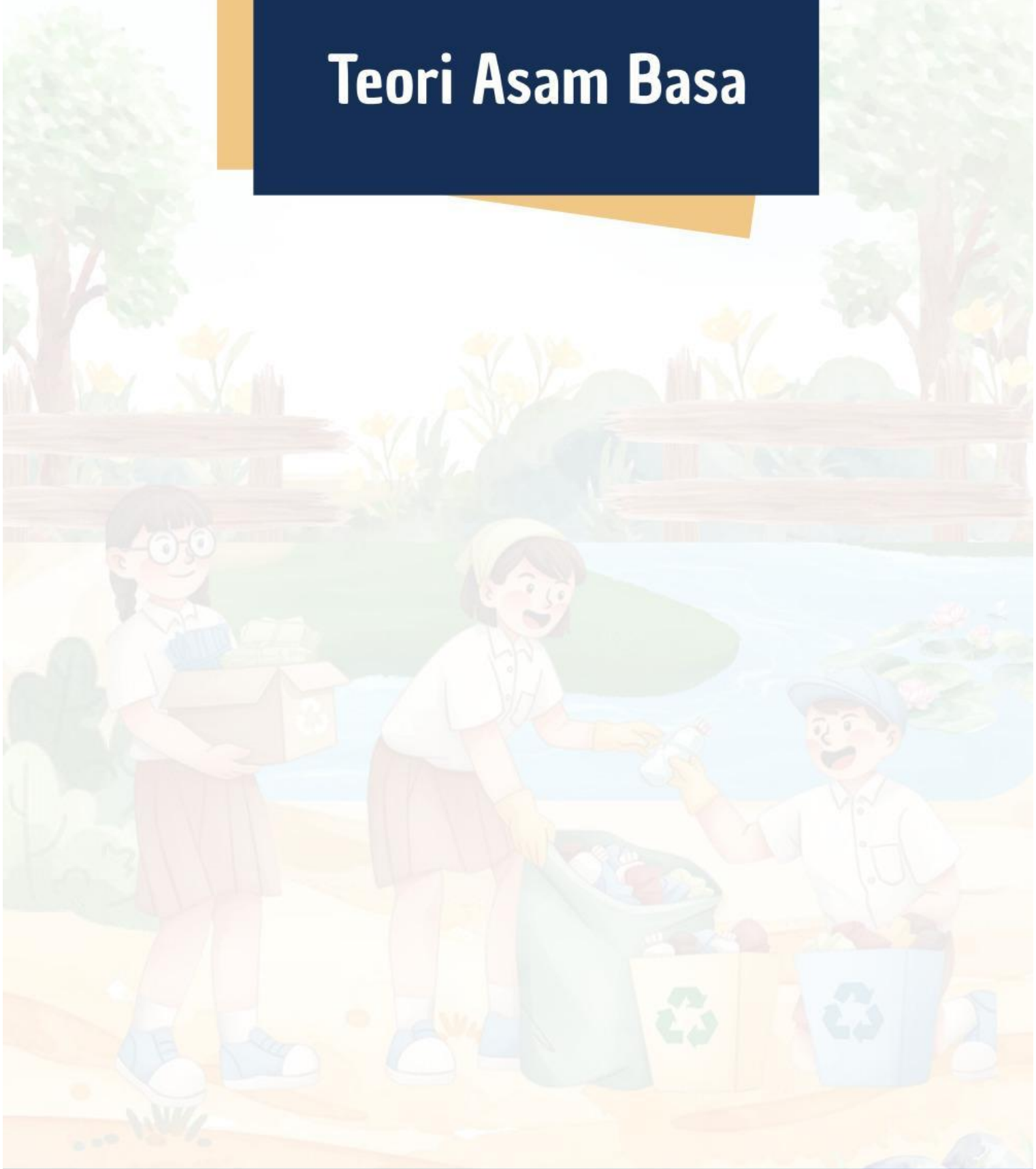
Teori Asam Basa



Tujuan Pembelajaran

Peserta didik dapat menjelaskan konsep asam dan basa berdasarkan teori Arrhenius, Bronsted–Lowry, dan Lewis melalui kajian fenomena etnosains dan bimbingan E-LKPD terintegrasi Etno-SSI secara tepat dan sistematis.



Orientasi

Pembelajaran Etno-SSI Pembuatan Tahu Lokal

Pernahkah kamu memperhatikan tahu yang sering kamu makan? Coba pikirkan bagaimana tahu dibuat dan apa saja yang terjadi selama proses pembuatannya.



Sumber: alodokter.com



Tahu merupakan makanan yang dekat dengan kehidupan sehari-hari dan dibuat melalui kebiasaan yang telah berlangsung lama di masyarakat. Proses pembuatannya melibatkan penggunaan air dalam jumlah cukup besar dan menghasilkan air sisa produksi. Sebagian masyarakat dan perajin meyakini bahwa air limbah dari pembuatan tahu relatif aman bagi lingkungan karena berasal dari bahan-bahan alami.

Lalu, benarkah anggapan tersebut jika ditinjau dari sudut pandang sains? Melalui pembelajaran etno-SSI ini, kamu akan diajak mengkaji keterkaitan antara pengetahuan masyarakat, proses pembuatan tahu, dan dampaknya terhadap lingkungan sekitar.

Pada kegiatan ini, kamu akan mempelajari proses pembuatan tahu di pabrik tahu RJA yang berada di Desa Blorok, Kecamatan Brangsong, Kabupaten Kendal.

Simak video proses pembuatannya ya!



Mengenal Pabrik Tahu Lokal RJA (Rejeki Jaya Agung) di Kendal





Tahu merupakan salah satu makanan yang kaya akan protein dan telah lama menjadi makanan favorit masyarakat Indonesia. Selain bergizi tinggi, tahu juga mudah diolah sehingga banyak dikonsumsi dalam kehidupan sehari-hari. Tahu berasal dari Tiongkok dan masuk ke Indonesia sekitar abad ke-10 melalui jalur perdagangan lintas negara. Istilah "tahu" berasal dari bahasa Hokkian, yaitu tauhu, yang berarti olahan kedelai. Seiring waktu, produksi tahu menyebar ke berbagai daerah di Indonesia, termasuk Kabupaten Kendal, melalui aktivitas perantauan masyarakat Jawa (Adhi Prasetyo Bintoro, 2017 dalam Safitri *et al*., 2023).

Di Kabupaten Kendal, tahu tidak hanya dipandang sebagai bahan pangan, tetapi juga menjadi bagian dari kehidupan dan budaya masyarakat setempat. Salah satu contohnya adalah pabrik tahu RJA (Rejeki Jaya Agung) yang berlokasi di Desa Blorok, Kecamatan Brangsong, Kabupaten Kendal. Pembuatan tahu di pabrik ini dilakukan berdasarkan kebiasaan dan pengalaman perajin yang diwariskan secara turun-temurun. Setiap tahapan produksi, seperti pemanasan sari kedelai dan proses penggumpalan, ditentukan melalui pengamatan dan kepekaan indera, bukan berdasarkan alat ukur modern.

Praktik pembuatan tahu di pabrik RJA mencerminkan pengetahuan lokal masyarakat Kendal dalam mengolah bahan alam secara berkelanjutan. Meskipun perajin tidak menyebutkan proses tersebut dengan istilah ilmiah, kebiasaan yang dilakukan menunjukkan adanya pemahaman tentang perubahan sifat bahan selama pembuatan tahu.

Rekonstruksi Ilmiah Pembuatan Tahu Lokal

Rekonstruksi ilmiah dilakukan dengan mengaitkan praktik pembuatan tahu yang dilakukan oleh perajin lokal dengan konsep-konsep sains yang dipelajari di sekolah. Proses pembuatan tahu di pabrik RJA Kendal, yang didasarkan pada kebiasaan dan pengalaman turun-temurun, dapat dijelaskan secara ilmiah melalui konsep kimia dan sains lingkungan sebagai berikut.

Proses Pembuatan	Pengetahuan Lokal Pengrajin	Rekonstruksi Ilmiah (Konsep Sains)
Perendaman kedelai 	Perendaman kedelai dilakukan agar mudah digiling dan menghasilkan sari yang baik	Perendaman menyebabkan biji kedelai menyerap air (hidrasi) sehingga struktur sel melunak dan memudahkan proses ekstraksi protein

Proses Pembuatan	Pengetahuan Lokal Pengrajin	Rekonstruksi Ilmiah (Konsep Sains)
Penggilingan kedelai dengan air 	Kedelai digiling hingga menjadi bubur halus	Proses fisika untuk memperbesar luas permukaan sehingga protein kedelai lebih mudah terlarut dalam air
Pemanasan sari kedelai 	Sari kedelai dipanaskan sampai "cukup panas" agar tahu bisa menggumpal	Pemanasan menyebabkan denaturasi protein, yaitu perubahan struktur protein sehingga siap mengalami koagulasi
Penyaringan bubur kedelai 	Ampas dipisahkan dari sari kedelai	Proses pemisahan campuran secara fisika antara padatan (ampas) dan cairan (sari kedelai)
Penambahan bahan penggumpal 	Penambahan air cuka hingga sari kedelai menggumpal	Perubahan pH larutan menyebabkan protein kedelai menggumpal (koagulasi), berkaitan dengan konsep asam–basa dan sistem koloid
Pencetakan dan pengepresan tahu 	Tahu dicetak dan ditekan agar padat	Pengurangan kadar air secara mekanik untuk membentuk struktur padat tahu

Isu Sosial-Ilmiah dalam Pembuatan Tahu Lokal



Pembuatan tahu telah lama menjadi bagian dari kegiatan masyarakat dan dilakukan berdasarkan kebiasaan yang diwariskan secara turun-temurun. Kegiatan ini tidak hanya bertujuan memenuhi kebutuhan pangan, tetapi juga menjadi sumber penghasilan bagi sebagian warga. Dalam prosesnya, pembuatan tahu melibatkan penggunaan air dan menghasilkan air sisa produksi yang telah menjadi bagian dari keseharian masyarakat.

Namun, dalam praktiknya terdapat perbedaan pandangan terkait air sisa pembuatan tahu. Sebagian masyarakat menganggap air tersebut tidak bermasalah karena berasal dari bahan alami, sementara pandangan lain menilai perlu adanya kajian lebih lanjut dengan bantuan sains. Kondisi ini menunjukkan adanya pertemuan antara kebiasaan masyarakat dan sudut pandang ilmiah dalam pengelolaan lingkungan.

Pertanyaan Pemantik

Berdasarkan wacana etno-SSI tentang pembuatan tahu lokal di pabrik RJA, bahan apa yang digunakan untuk menggumpalkan sari kedelai pada proses pembuatan tahu?

Menurut pendapatmu, mengapa bahan yang bersifat asam tersebut dapat menyebabkan sari kedelai menggumpal?

Menurut pendapatmu, apakah limbah cair yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu berpotensi menimbulkan permasalahan bagi lingkungan sekitar?

Perumusan Masalah

Setelah mencermati wacana etno-SSI pembuatan tahu lokal dan mendiskusikan pertanyaan-pertanyaan sebelumnya, sekarang saatnya kamu menentukan masalah utama yang akan diselidiki.

Rumusan Masalah

.....

.....

Hipotesis





Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, kemukakan dugaan sementara mengenai proses penggumpalan sari kedelai pada pembuatan tahu.

Merumuskan Hipotesis

.....

.....

Ayo temukan kelompokmu!

Mari bekerja secara berkelompok untuk menyelidiki permasalahan yang telah dirumuskan. Bentuklah kelompok yang terdiri atas 4–5 orang, lalu kumpulkan informasi, uji hipotesismu, dan tarik kesimpulan bersama.



Pengumpulan Data





Melalui diskusi kelompok, kumpulkan data dan informasi dari berbagai sumber untuk memperkuat pemahamanmu. Gunakan LKPD, bahan ajar berbasis QR Code, serta sumber belajar daring yang relevan untuk mengkaji konsep asam–basa.

Rekomendasi Sumber Belajar





Biar lebih seru, dengerin lagu asam basa yuk!!!



Yuk, Kita Pahami Asam dan Basa

Untuk membantu kamu menguji hipotesis dan menjawab rumusan masalah, pelajari informasi pendukung berikut mengenai konsep asam dan basa.

Teori Asam Basa

Berbagai larutan yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari dapat diklasifikasikan berdasarkan sifatnya, seperti asam atau basa. Pernahkah kamu memperhatikan perbedaan sifat larutan-larutan tersebut? Selain zat yang bersifat asam, terdapat pula zat yang bersifat basa dengan karakteristik yang berbeda. Untuk memahami perbedaan karakteristik zat asam dan zat basa, perhatikan Tabel 1.1 berikut:

Tabel 1.1 Perbandingan asam dan basa

Asam	Basa
Rasa masam	Rasa pahit
Bersifat korosif (merusak logam)	Bersifat kaustik (licin di kulit)
Mengubah warna lakmus biru menjadi merah	Mengubah warna lakmus merah menjadi biru
pH larutan < 7	pH larutan > 7

Setelah mengamati perbedaan karakteristik zat asam dan basa pada tabel di atas, pernahkah kamu bertanya mengapa zat-zat tersebut dapat menunjukkan sifat yang berbeda meskipun sama-sama berupa larutan? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, pada bagian berikut akan dibahas teori asam dan basa menurut Arrhenius, Brønsted–Lowry, dan Lewis.

1 Asam-Basa Arrhenius

Asam adalah zat yang dalam pelarut air dapat menghasilkan ion H^+

$$H_xA_{(aq)} \rightarrow xH^+_{(aq)} + A^{x-}_{(aq)}$$

valensi asam ion sisa asam

Contoh:

1. $HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$
2. $HNO_3(aq) \rightarrow H^+(aq) + NO_3^-(aq)$
3. $H_2SO_4(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

Basa adalah zat yang dalam pelarut air dapat menghasilkan ion OH^-.

$$B(OH)_{x\,(aq)} \rightarrow B^{x+}_{(aq)} + xOH^-_{(aq)}$$

ion sisa basa valensi basa

Contoh:

1. $NaOH(aq) \rightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$
2. $Ca(OH)_2(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$
3. $NH_4OH(aq) \rightarrow NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$

2 Asam Basa Bronsted-Lowry

Asam adalah zat yang dapat **memberikan proton (donor H^+)**, sedangkan basa adalah zat yang dapat **menerima proton (akseptor H^+)**.

Contoh reaksi:

asam $HCl + H_2O \rightarrow Cl^- + \underline{H_3O^+}$

basa $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + \underline{OH^-}$

Menurut teori asam-basa Bronsted-Lowry:

- Asam yang telah melepaskan satu proton akan membentuk spesi atau zat yang disebut **basa konjugasi.**

  Contoh:

asam	⇌	proton	+	basa konjugasi
HCl	⇌	H^+	+	Cl^-

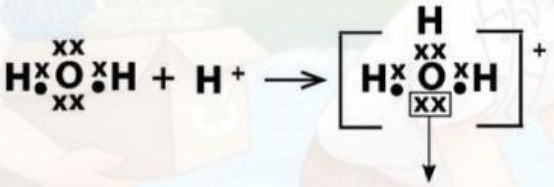
- Basa yang telah menerima satu proton akan membentuk spesi atau zat yang disebut **asam konjugasi.**

  Contoh:

basa	+	proton	⇌	asam konjugasi
O^{2-}	+	H^+	⇌	OH^-

3 Asam Basa Lewis

Asam adalah suatu zat yang bertindak sebagai **penerima (akseptor) pasangan elektron**. Sedangkan basa adalah suatu zat yang bertindak sebagai **pemberi (donor) pasangan elektron**.



Pasangan elektron yang didonorkan H_2O untuk H^+

Senyawa H_2O merupakan basa karena memberikan pasangan elektron, sedangkan H^+ adalah asam karena menerima pasangan elektron.

Akses Buku Materi



Menguji Hipotesis



Sekarang saatnya membuktikan dugaan awalmu. Gunakan hasil pengamatan, tabel karakteristik asam–basa, serta teori asam–basa untuk menguji hipotesis yang telah kamu susun.

Kegiatan Belajar 1



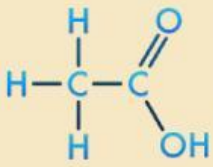
Coba perhatikan kembali proses pembuatan tahu yang dilakukan masyarakat. Pada awalnya, sari kedelai yang telah disaring tampak cair dan berwarna putih keruh. Pada tahap tertentu, perajin menambahkan air cuka ke dalam sari kedelai yang masih hangat. Air cuka yang ditambahkan jumlahnya tidak banyak dan tidak selalu diukur secara pasti.

Namun beberapa saat setelah air cuka ditambahkan, sari kedelai tersebut mengalami perubahan. Cairan yang semula tampak homogen mulai terpisah dan membentuk gumpalan-gumpalan putih. Perubahan ini terjadi tanpa adanya pemanasan tambahan atau pencampuran bahan lain.

Jika hanya ditambahkan air cuka, mengapa sari kedelai dapat berubah dan membentuk gumpalan? Apa yang sebenarnya terjadi di dalam larutan sari kedelai tersebut?
(Jawaban lebih dari satu)

- Air cuka membuat sari kedelai menjadi "rusak" sehingga menggumpal dengan sendirinya
- Sari kedelai sebenarnya akan menggumpal walaupun tidak ditambahkan apa pun
- Gumpalan muncul karena sari kedelai sudah terlalu lama dipanaskan
- Penambahan air cuka mengubah kondisi sari kedelai sehingga zat di dalamnya tidak lagi stabil

Ternyata, Inilah Peran Air Cuka dalam Pembuatan Tahu



Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, perubahan sari kedelai setelah penambahan air cuka bukan terjadi secara kebetulan. Air cuka (asam asetat) mengandung zat yang mampu memicu perubahan pada kondisi sari kedelai, sehingga cairan yang semula stabil mulai terpisah dan membentuk gumpalan. Perubahan ini terjadi dalam waktu singkat tanpa penambahan bahan lain.

Fenomena tersebut menunjukkan bahwa penambahan air cuka tidak hanya memengaruhi rasa, tetapi juga memicu proses kimia di dalam sari kedelai. Proses inilah yang berperan dalam pembentukan tahu. Untuk memahaminya lebih lanjut, perlu ditelusuri apa yang terjadi ketika molekul dalam air cuka berinteraksi dengan air dan zat lain di dalam sari kedelai.



Menurutmu, apa yang terjadi saat molekul asam asetat bereaksi dengan air di dalam sari kedelai?
(klik untuk memilih jawaban)

- Asam asetat akan diam saja dan tidak memengaruhi larutan
- Asam asetat akan melepaskan (mendonorkan) ion hidrogen (H^+) ke dalam air
- Asam asetat akan menangkap (menerima) ion hidrogen (H^+) dari air
- Asam asetat akan meledak dan menghasilkan panas tinggi

Gunakan pemahamanmu tentang konsep dan teori asam–basa untuk meninjau permasalahan yang dikaji pada tahap berikutnya.



Berdasarkan pemahamanmu tentang teori asam dan basa, cocokkan teori asam basa berikut dengan konsep yang tepat!

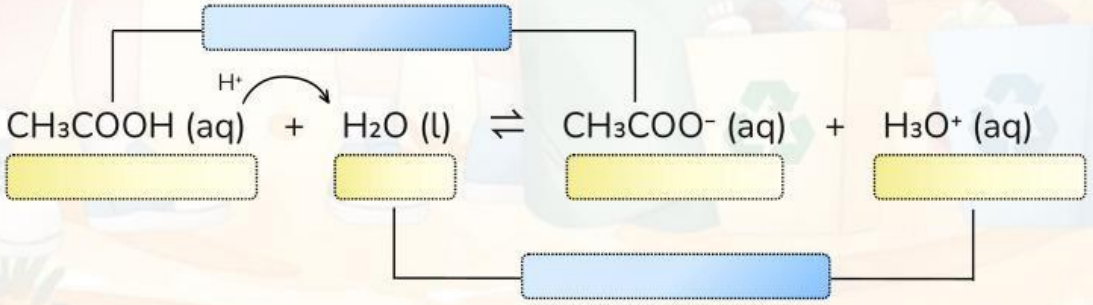
Zat yang menghasilkan ion H^+	Teori Bronsted-Lowry
Zat yang dapat mendonorkan proton kepada zat lain.	Teori Lewis
Zat yang dapat menerima pasangan elektron dari zat lain.	Teori Arrhenius

Lengkapilah reaksi ionisasi berikut, kemudian identifikasilah ion yang menunjukkan bahwa air cuka (asam asetat) bersifat asam menurut teori Arrhenius!

$$CH_3COOH\ (aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-\ (aq) + \text{.....}$$

Jadi, menurut Arrhenius, air cuka bersifat asam karena .....

Reaksi asam asetat di dalam air tidak hanya dapat dijelaskan menggunakan teori Arrhenius. Untuk memahami proses asam–basa secara lebih mendalam, mari kita tinjau reaksi tersebut berdasarkan teori Brønsted–Lowry, yang menekankan pada perpindahan proton (H^+) antar zat. Tentukan peran masing-masing spesies kimia dan pasangan asam-basa konjugasinya dengan tepat.



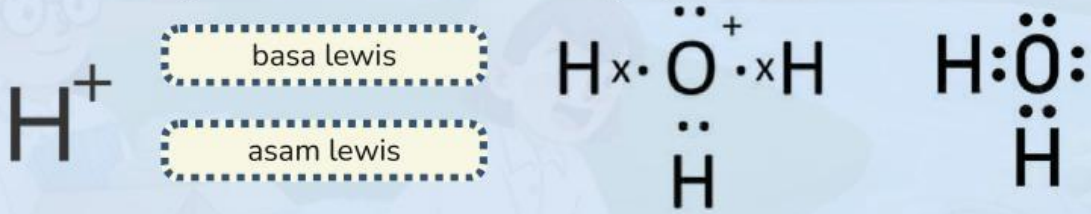
Mengapa Air Menerima H^+ dari CH_3COOH?

Asam asetat (CH_3COOH) pada proses pembuatan tahu melepaskan ion H^+ ke dalam air. Menurutmu, ke mana ion H^+ tersebut akan tertarik?
Ion H^+ tidak memiliki elektron, sedangkan molekul air memiliki pasangan elektron bebas pada atom O. Akibat gaya tarik antara ion H^+ dan pasangan elektron bebas tersebut, terbentuklah ion H_3O^+.

Interaksi pasangan elektron dalam reaksi asam basa dapat dijelaskan melalui teori **asam-basa Lewis.**
Susunlah kepingan puzzle berikut menjadi reaksi antara ion H^+ dan H_2O ! (panah lengkung menunjukkan arah pemberian pasangan elektron)



Tekan dan seret gambar di bawah ini untuk mengisi puzzle!



Ilustrasi Perpindahan Proton Asam Basa Lewis



Kegiatan Belajar 2



Diskusi Isu Limbah Tahu

Cermati Teks Berikut Ini!

Pembuatan tahu telah menjadi kegiatan yang dilakukan masyarakat secara turun-temurun dan menjadi sumber penghasilan utama bagi sebagian warga. Dalam prosesnya, perajin menggunakan air cuka sebagai bahan penggumpal dan menghasilkan air sisa produksi. Selama ini, air sisa tersebut dibuang seperti air bekas lainnya karena dianggap berasal dari bahan alami dan tidak berbahaya.

Seiring waktu, sebagian warga mulai memperhatikan kondisi lingkungan di sekitar tempat produksi. Beberapa di antaranya mengamati munculnya bau tidak sedap dan perubahan warna air pada saluran pembuangan. Hal ini memunculkan perbedaan pandangan di masyarakat. Perajin berpendapat bahwa kegiatan pembuatan tahu perlu terus berjalan demi memenuhi kebutuhan ekonomi, sementara pihak lain menilai perlunya perhatian lebih terhadap pengelolaan air sisa produksi agar lingkungan tetap terjaga.

Situasi tersebut menunjukkan adanya dua kepentingan yang sama-sama penting dalam kehidupan masyarakat. Oleh karena itu, sebelum menentukan sikap, diperlukan pemahaman yang lebih mendalam untuk menelaah berbagai pandangan yang muncul dari sudut pandang sosial dan sains.

Berdasarkan teks di atas, tuliskan hal-hal yang menurutmu menjadi kelebihan (pro) dan hal-hal yang menurutmu menjadi kekhawatiran atau tantangan (kontra) dalam pembuatan tahu lokal.

Pro

Kontra

Studi Kasus

Studi kasus berikut merupakan ilustrasi kondisi yang dapat terjadi pada kegiatan pembuatan tahu lokal secara umum dan tidak merujuk pada satu pabrik tertentu.

Di sekitar lokasi pembuatan tahu terdapat saluran air kecil yang menampung air hujan dan air bekas kegiatan rumah tangga. Saluran ini sering tidak mengalir lancar karena dipenuhi sampah dan endapan lumpur, sehingga aliran air menjadi lambat. Air sisa pembuatan tahu, termasuk air bekas pencucian peralatan yang mengandung sisa air cuka, dibuang ke saluran tersebut setiap hari. Meskipun jumlah air cuka yang terbawa relatif sedikit dan tidak menimbulkan perubahan yang langsung terlihat, pembuangan yang dilakukan secara rutin menyebabkan sisa air dan bahan organik tertahan di saluran. Dalam jangka waktu tertentu, kondisi ini dapat memicu perubahan lingkungan secara perlahan, seperti munculnya bau dan perubahan warna air, terutama pada bagian saluran yang tersumbat.

Berdasarkan studi kasus, jelaskan apa saja dampak yang mungkin terjadi dan mengapa dampak tersebut dapat muncul, meskipun air cuka yang digunakan dalam pembuatan tahu hanya sedikit.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Setelah menganalisis dampak yang mungkin terjadi, kemukakan pendapatmu mengenai kegiatan pembuatan tahu lokal yang menghasilkan air sisa produksi.
Menurutmu, apakah kegiatan tersebut perlu tetap dilanjutkan, dilanjutkan dengan perbaikan tertentu, atau perlu dibatasi? Jelaskan pendapatmu dengan mengaitkan hasil analisis dampak yang telah kamu lakukan.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Berdasarkan pendapat yang telah kamu kemukakan, usulkan satu atau dua solusi yang menurutmu paling memungkinkan dilakukan agar kegiatan pembuatan tahu tetap dapat berjalan tanpa menimbulkan dampak berkelanjutan terhadap lingkungan.

.....
.....
.....
.....
.....

Kesimpulan



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Refleksi Pembelajaran



Konsep apa yang paling kamu pahami hari ini?

Jelaskan secara singkat bagaimana konsep asam–basa (Bronsted-Lowry atau Lewis) membantu kamu memahami peran zat asam dalam proses penggumpalan protein kedelai.

.....
.....
.....
.....

Apa hal baru yang kamu pelajari dari isu pembuatan tahu yang dikaitkan dengan kimia?

.....
.....
.....

Bagian pembelajaran mana yang masih membuatmu bingung?

.....
.....
.....

Latihan Soal

1. Dalam proses pembuatan tahu, kedelai direndam dalam air agar mudah diolah. Namun, jika perendaman dilakukan terlalu lama, kedelai dapat mengalami fermentasi sehingga air rendamannya menjadi masam dan berbau tidak sedap. Air rendaman ini mengandung asam laktat ($C_3H_6O_3$) yang terbentuk selama proses fermentasi, sehingga bersifat asam.
Jelaskan sifat keasaman larutan tersebut berdasarkan teori asam-basa Brønsted–Lowry dengan menuliskan reaksi asam laktat dalam air, serta jelaskan peran masing masing zat dan pasangan asam-basa konjugasinya.

2. Berdasarkan hasil wawancara, pabrik tahu RJA mengelola limbah air hasil produksi dengan menyalurkannya melalui pipa besar ke aliran sawah dan bukan ke permukiman warga. Limbah air tersebut juga disaring terlebih dahulu. Praktik ini merupakan langkah yang cukup realistis, terutama jika ditinjau dari keterbatasan biaya operasional dan skala usaha, karena dapat mengurangi gangguan lingkungan tanpa memerlukan teknologi pengolahan limbah yang rumit dan mahal.
Apakah kamu setuju dengan cara pengelolaan limbah air yang dilakukan? Jelaskan pendapatmu. Selanjutnya, usulkan upaya atau solusi lain yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Pengumpulan Lewat Google Form

https://forms.gle/fnr1pZ91z7ABKJ6o6