



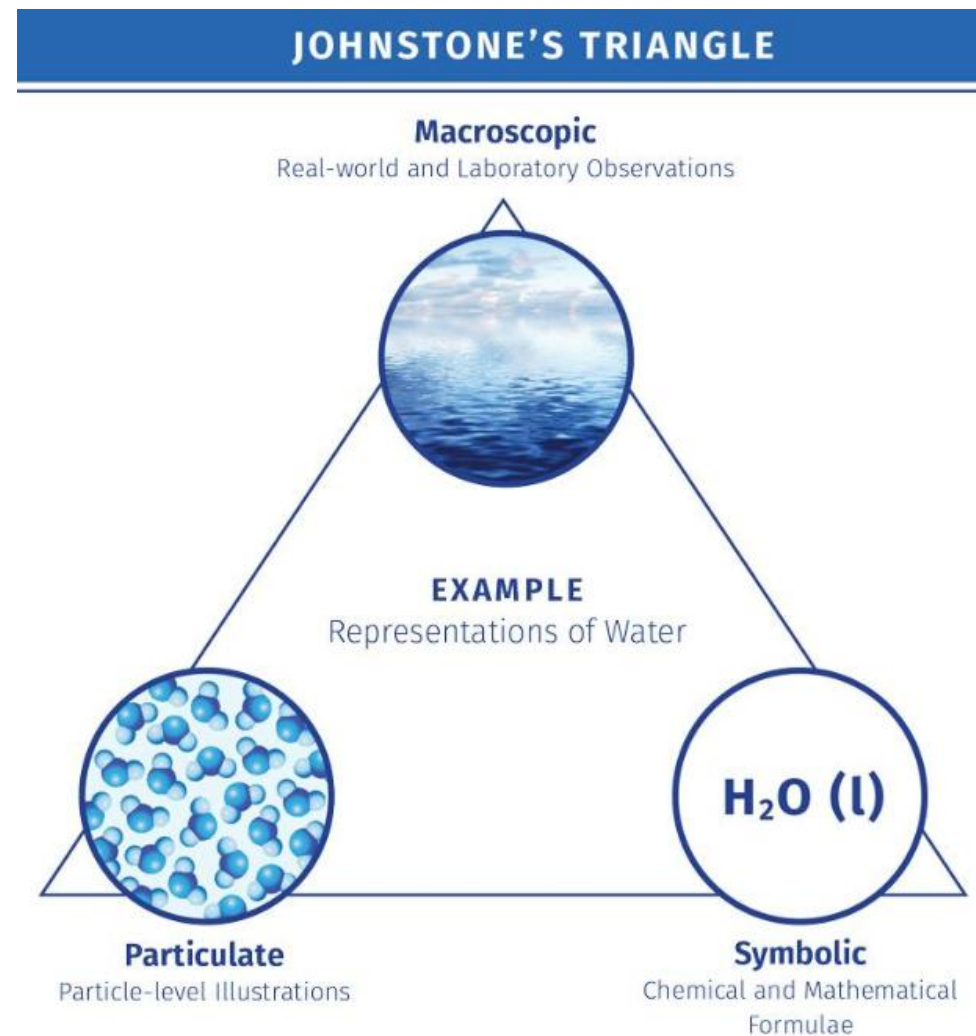
**PENGUATAN KECERDASAN KONSEPTUAL KIMIA MELALUI PENDEKATAN
CONCEPTUAL CHANGEDAN MULTI-LEVEL REPRESENTATIONS
DALAM MENDUKUNG TRANSFORMASI
PENDIDIKAN BERKELANJUTAN**

I Nyoman Suardana
Universitas Pendidikan Ganesha
2026

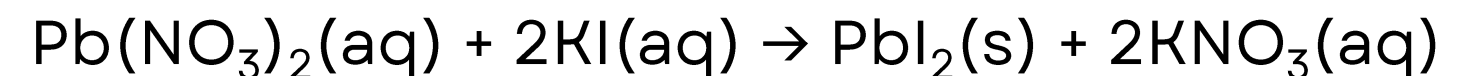
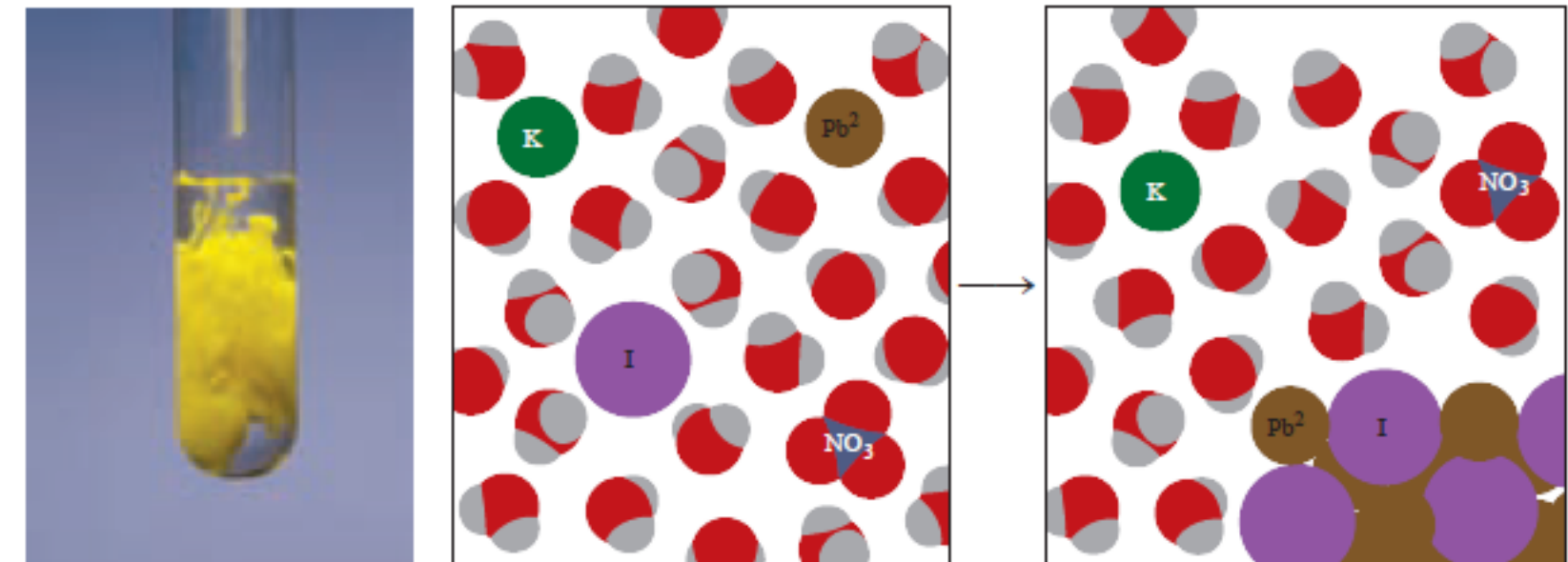
**Disampaikan dalam Rangka Seminar Nasional IX Universitas Nusa Cendana
dengan tema “Penguatan Kecerdasan Konseptual dalam Pendidikan
dan Sains Kimia sebagai Fondasi Transformasi Berkelanjutan
di Era Global” pada Kamis, 11 Juni 2026**

Kimia dan Representasinya

- Kimia mempelajari: komposisi, struktur, sifat, dan perubahan materi serta energi
- Representasi kimia:



- Pembentukan endapan PbI_2 (kuning) ketika larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ditambahkan larutan KI



- Ketidakmampuan menghubungkan ketiga level representasi secara terpadu menyebabkan pembelajaran kimia cenderung bersifat hafalan dan tidak menghasilkan pemahaman konseptual yang mendalam

Data penguasaan kimia

- ✓ Penguasaan konsep mahasiswa Kimia di Jakarta pada materi ikatan kimia masih rendah (Nurbaity & Mustikasari, 2012)
 - Paham konsep (28,50%)
 - Miskonsepsi (31,50%)
- ✓ Penguasaan Konsep mahasiswa kimia di Jayapura (Djarwo, 2019)
 - Paham konsep 12,25%
 - Miskonsepsi 26,72%
 - Tidak paham konsep 61,03%
- ✓ Penguasaan konsep senyawa hidrokarbon siswa SMA negeri di Gorontalo kategori kurang (skor 52,73%) (Malajai et al., 2025)

- ✓ Penguasaan konsep dasar kimia mahasiswa baru Kimia di Singaraja kategori sangat kurang (Skor 35,44) (Suardana, Subagia, & Redhana, 2025). Distribusinya:
 - baik (1,30%)
 - cukup (3,90%)
 - kurang (28,57%)
 - sangat kurang (66,23%)
- ✓ Distribusi penguasaan konsep dasar kimia SMAN di Singaraja (Dewi, Subagia & Wiratini, 2026)
 - Tinggi (23,97%)
 - Sedang (54,11%)
 - Rendah (21,92%)



Pembelajaran kimia kurang efektif

- Pembelajaran hanya berfokus pada penyelesaian soal algoritmik dan penguasaan prosedural
- Pembelajaran kurang mengarahkan peserta didik menghubungkan ketiga level representasi kimia
- Kondisi ini menyebabkan pengetahuan yang diperoleh bersifat dangkal, bersifat miskonsepsi, mudah terlupakan, dan sulit ditransfer ke situasi baru
- Miskonsepsi bersifat relatif stabil, tidak mudah diubah hanya melalui ceramah (pemberian informasi semata), tetapi memerlukan proses rekonstruksi konseptual secara bertahap.
- Oleh karena itu, pembelajaran perlu dirancang untuk mengidentifikasi konsepsi awal peserta didik serta memfasilitasi terjadinya *conceptual change* dan menghubungkan *multiple representations* menuju pemahaman ilmiah yang lebih akurat dan bermakna

Contoh miskonsepsi

- NaCl dianggap terdiri atas pasangan Na^+ dan Cl^- yang berdiri sendiri seperti molekul
- Garam berasal dari reaksi asam dan basa sehingga larutan garam dianggap netral (memiliki pH 7)
- Elektron mengelilingi inti seperti planet mengelilingi Matahari pada lintasan yang pasti
- Semua perubahan yang tidak dapat kembali merupakan perubahan kimia



Pendekatan *Conceptual Change*

- Pendekatan ini berfokus pada proses perubahan pemahaman dari konsepsi awal yang keliru (miskonsepsi) menuju konsepsi ilmiah
- Pembelajaran hendaknya memfasilitasi proses restrukturisasi konseptual agar peserta didik dapat membangun pemahaman ilmiah yang lebih bermakna
- Pendekatan ini berlandaskan pada tiga pilar utama, yaitu konstruktivisme, teori perkembangan kognitif, dan teori perubahan paradigma ilmiah.
- Konflik kognitif sangat sering muncul karena banyak konsep kimia bersifat abstrak dan bertentangan dengan intuisi sehari-hari.
- Misal: peserta didik sering memiliki miskonsepsi bahwa pada reaksi kesetimbangan, konsentrasi produk sama dengan konsentrasi reaktan. Secara ilmiah keadaan setimbang ditandai oleh kesamaan laju reaksi maju dan laju reaksi balik
- Pembelajaran kimia dirancang untuk memunculkan konflik kognitif yang mendorong peserta didik mengevaluasi kembali konsepsi awal yang dimilikinya
- Model *conceptual change* mencakup empat aspek:
- **Dissatisfaction** (ketidakpuasan): peserta didik harus merasa tidak puas terhadap konsep awal yang dimilikinya karena tidak mampu menjelaskan suatu fenomena secara logis atau bertentangan dengan fakta ilmiah yang ditemukan.
- **Intelligibility** (dapat dipahami): konsep baru harus dapat dipahami secara jelas dan logis oleh peserta didik.
- **Plausibility**. (masuk akal): konsep baru harus dipandang lebih rasional dan lebih mampu menjelaskan fenomena dibandingkan konsep sebelumnya.
- **Fruitfulness** (bermanfaat) : kemampuan konsep baru untuk digunakan dalam menjelaskan, memprediksi, dan memecahkan berbagai fenomena lain secara lebih luas.

Implementasi Pendekatan *Conceptual Change*



- Tahap pertama: mengidentifikasi miskonsepsi awal peserta didik melalui tes diagnostik, wawancara, diskusi, atau peta konsep.
- Tahap kedua: menciptakan konflik kognitif melalui demonstrasi, eksperimen, simulasi, atau penyajian fenomena yang bertentangan dengan keyakinan awal peserta didik.
- Tahap ketiga: memfasilitasi rekonstruksi konsep melalui penjelasan ilmiah, diskusi reflektif, penggunaan model visual, serta aktivitas berbasis representasi multilevel.
- Tahap empat: mengaplikasikan konsep baru pada berbagai konteks dan situasi yang berbeda untuk memperkuat stabilitas konseptual peserta didik
- Pendekatan *conceptual change* tidak hanya membantu memperbaiki miskonsepsi, tetapi juga membangun pemahaman konseptual yang lebih mendalam, bermakna, dan bertahan dalam jangka panjang.

1. Mengungkap Miskonsepsi Siswa
 - Siswa: Semua garam terbentuk dari reaksi asam dan basa, sehingga semua larutan garam bersifat netral
2. Menciptakan Konflik Kognitif
 - Menunjukkan data/melakukan praktikum mengukur pH larutan garam: $\text{NaCl} \rightarrow \text{pH} \approx 7$, $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{pH} < 7$, $\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{pH} > 7$
 - Siswa membandingkan hasil pengamatan dengan prediksi awal mereka dan menyadari bahwa keyakinan awal mereka tidak mampu menjelaskan fakta yang diamati
3. Penyajian Konsep Ilmiah Baru
 - Guru menjelaskan bahwa sifat larutan garam bergantung pada kekuatan asam dan basa penyusunnya
- 4.. Restrukturisasi Konsep
 - Membantu siswa mengganti konsep lama dengan konsep baru
 - Siswa membuat pemetaan hubungan antara jenis asam-basa pembentuk garam dan sifat larutannya.
5. Aplikasi Konsep Baru:
 - Menggunakan konsep baru pada situasi berbeda.
6. Evaluasi Perubahan Konseptual
 - Memastikan miskonsepsi telah berubah.

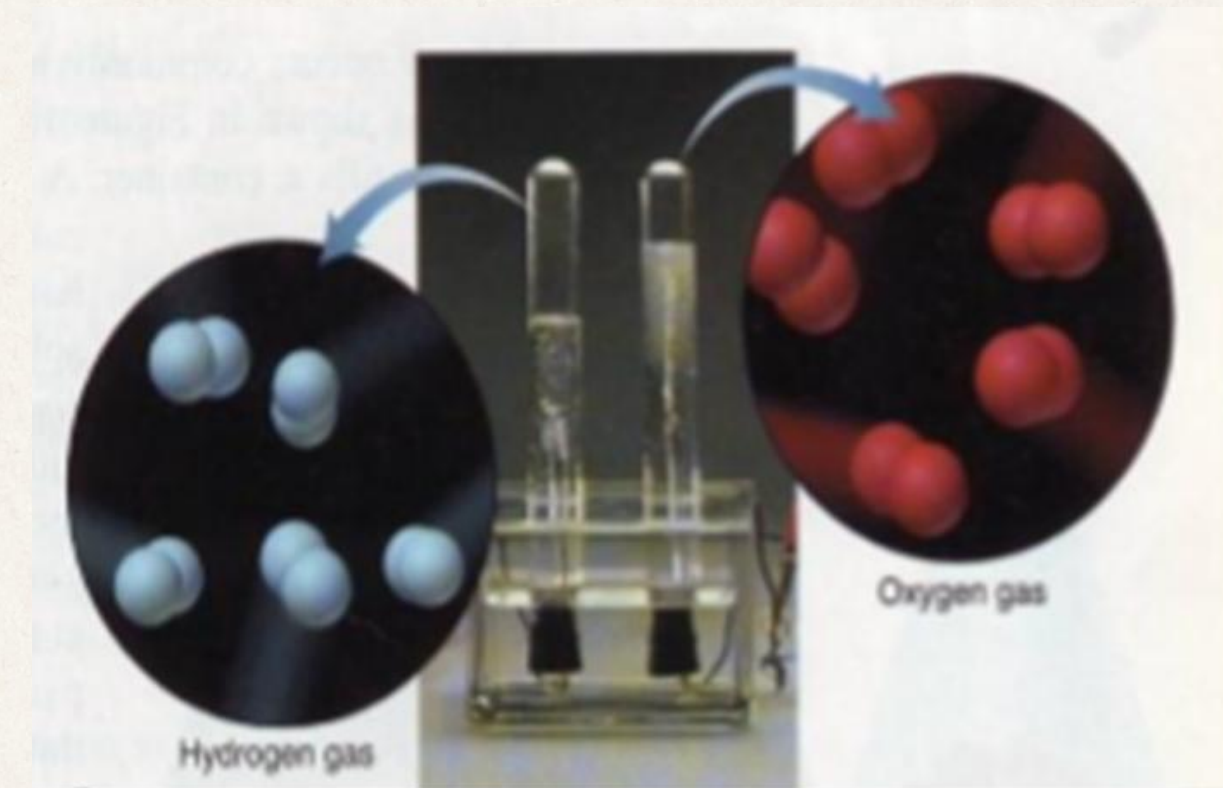


***Multi-level Representations* dalam pembelajaran kimia**

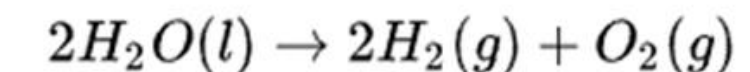
- Pendekatan ini menekankan keterhubungan tiga level representasi, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik
- Kesulitan belajar kimia sering muncul karena peserta didik belum mampu menghubungkan ketiga level tersebut secara simultan

Perang *multi-level representations*

- membantu peserta didik membangun pemahaman konseptual yang mendalam dengan menghubungkan fenomena yang diamati, proses partikel yang mendasarinya, dan representasi simbolik.
- memvisualisasikan konsep-konsep abstrak melalui animasi, simulasi, model tiga dimensi, multimedia interaktif,
- mendukung pengembangan HOTS (berpikir kritis, penalaran ilmiah, dan pemecahan masalah)



Elektrolisis Air



Air (H₂O) dipisahkan melalui proses elektrolisis menghasilkan gas hidrogen (H₂) dan gas oksigen (O₂)

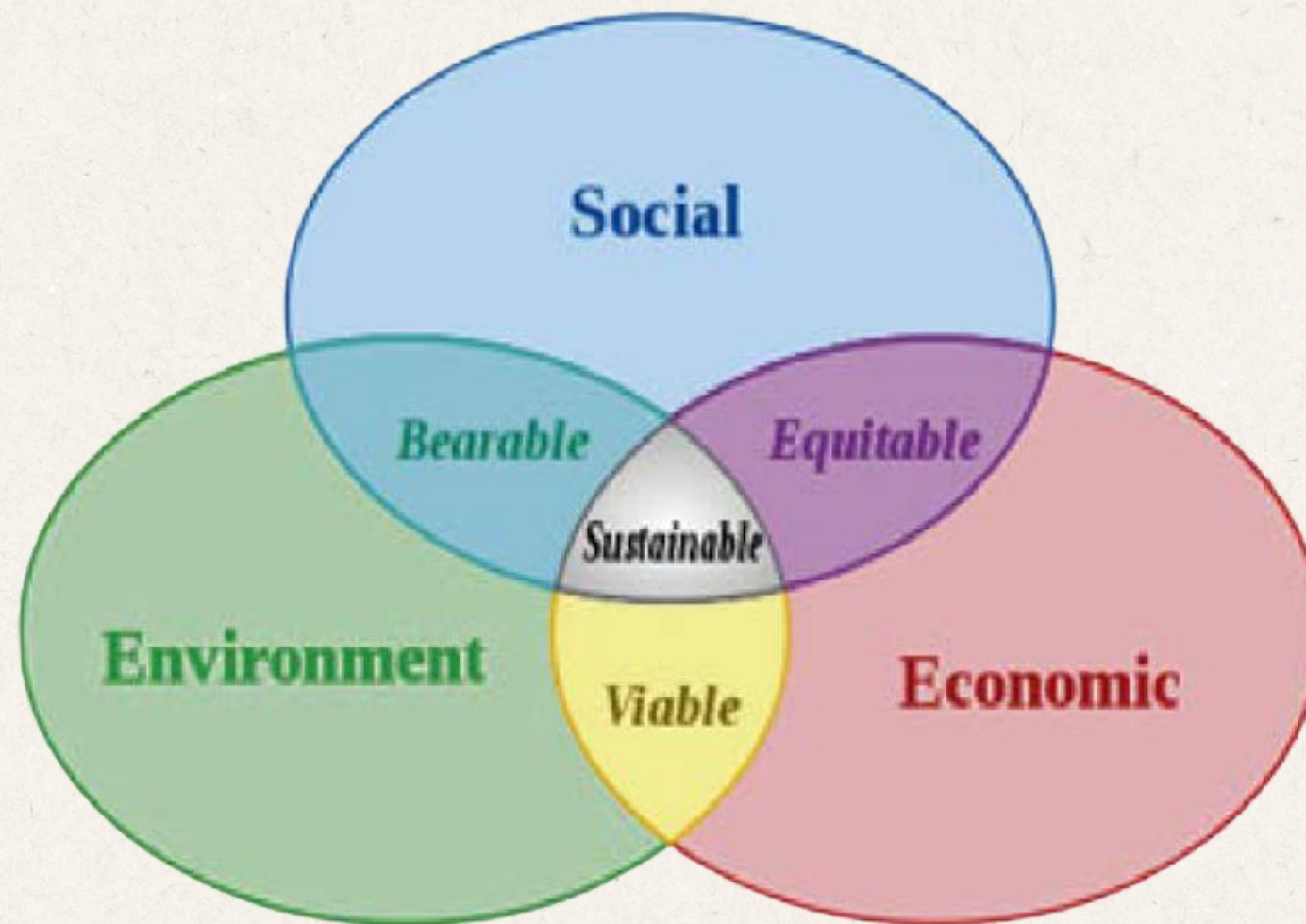
Integrasi pendekatan *conceptual change* dan *multi-level representations*

- Integrasi ini penting dalam pembelajaran kimia karena saling melengkapi dalam membangun kecerdasan konseptual
- Pendekatan *conceptual change* berfokus pada proses perubahan miskonsepsi menuju konsep ilmiah melalui restrukturisasi kognitif
- *Multi-level representations* membantu peserta didik memahami konsep kimia melalui keterhubungan antar ke-3 level representasi
- Integrasi ini menyebabkan peserta didik mampu memperbaiki miskonsepsi, membangun pemahaman konseptual yang lebih mendalam, stabil, dan bermakna
- Perubahan konseptual terjadi ketika peserta didik mengalami konflik kognitif terhadap konsep awal yang dimilikinya, kemudian merekonstruksi konsep baru yang lebih ilmiah melalui proses asimilasi dan akomodasi.
- Dalam pembelajaran kimia, proses perubahan konseptual sering mengalami hambatan karena banyak konsep kimia bersifat abstrak
- Di sinilah peran *multi-level representations* menjadi sangat penting, karena berbagai bentuk representasi membantu peserta didik menghubungkan fenomena nyata dengan model partikel dan simbol kimia sehingga proses restrukturisasi konseptual lebih efektif
- Melalui visualisasi partikel, simulasi, model molekuler, dan representasi simbolik, peserta didik dapat memahami keterkaitan antara apa yang diamati secara langsung dengan proses submikroskopik yang mendasarinya
- *Multi-level representations* juga membantu peserta didik membangun model mental ilmiah yang lebih stabil karena mereka mampu menghubungkan fenomena makroskopik dengan proses submikroskopik secara simultan.



Kontribusi penguatan kecerdasan konseptual terhadap transformasi pendidikan berkelanjutan

- Prinsip *Education for Sustainable Development* (ESD), pendidikan berkelanjutan bertujuan mengembangkan pengetahuan, keterampilan, nilai, dan sikap yang diperlukan untuk mendukung pembangunan **ekonomi, sosial, dan lingkungan** secara seimbang



Kontribusi penguatan kecerdasan konseptual

- mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah yang diperlukan untuk memahami isu-isu global yang kompleks, seperti perubahan iklim, krisis energi, pencemaran lingkungan, dan ketahanan pangan.
- mendukung pembelajaran yang bermakna dan kontekstual melalui pengaitan konsep akademik dengan permasalahan nyata dalam kehidupan
- menjadi fondasi pengembangan kompetensi abad ke-21 yang sangat diperlukan dalam menghadapi tantangan sosial, ekonomi, teknologi, dan lingkungan yang terus berkembang
- mendukung lahirnya inovasi pendidikan dan transformasi sosial melalui kemampuan mengintegrasikan pengetahuan ilmiah dengan nilai sosial dan kemanusiaan

Praktikum Skala Mikro untuk mendukung *Conceptual Change*, *Multi Level Representations* dan pendidikan berkelanjutan

Praktikum skala mikro

- Penghematan penggunaan bahan kimia yang digunakan
- Ruang penyimpanan yang dibutuhkan lebih sedikit
- Biaya yang dibutuhkan lebih rendah
- Teknik laboratorium lebih baik
- Paparan asap beracun lebih sedikit, lingkungan lebih bersih-aman
- Peningkatan kesadaran akan pentingnya lingkungan.

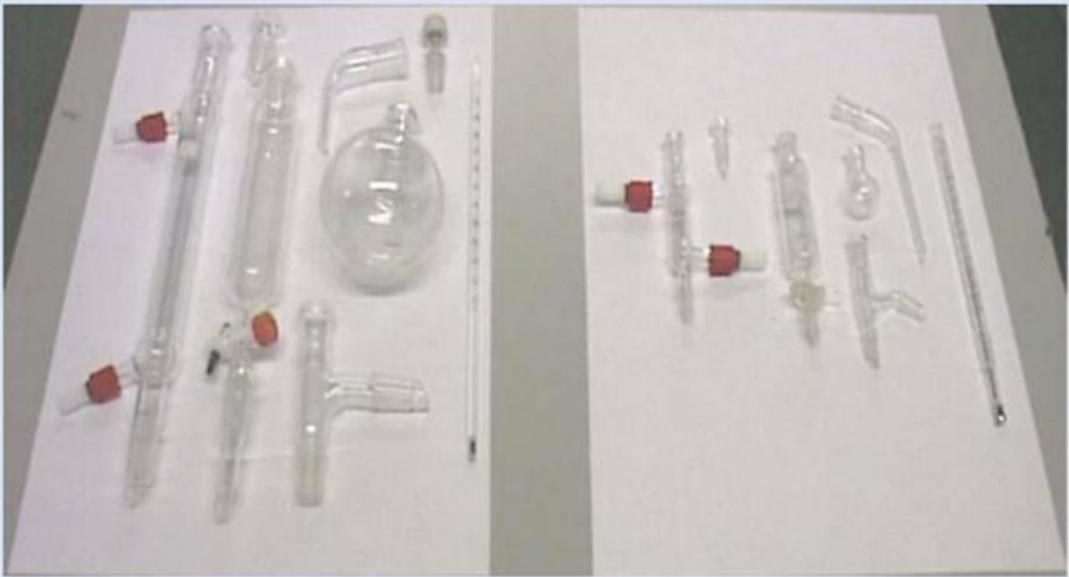
Uses less chemicals...



Comparison of Macro and Small Scale Results

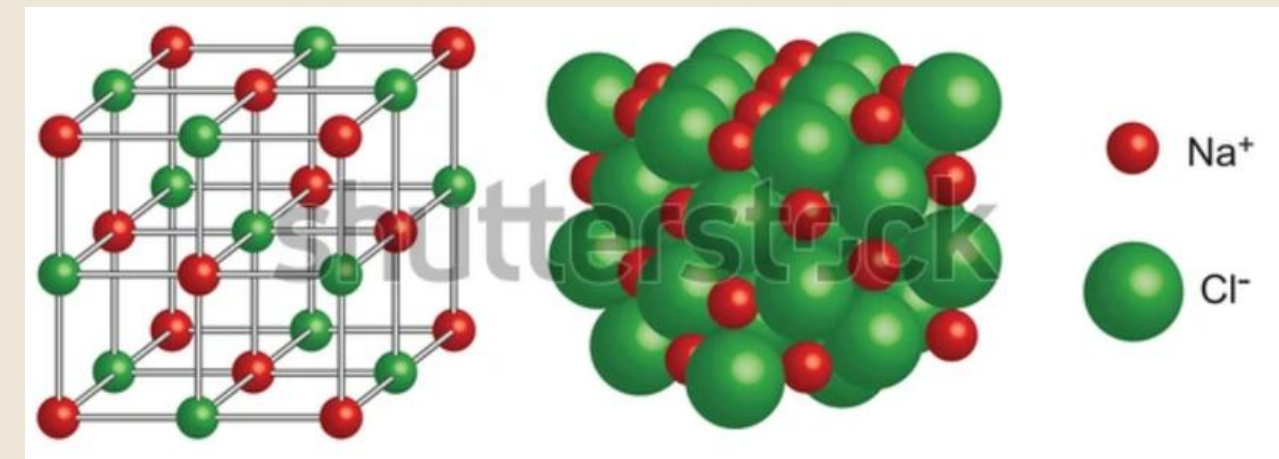
	Macro	Micro	1/10 concentration
Conc. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	0.1M	0.1M	0.01M
Bleach sample	1/10 dilution	1/10 dilution	1/100 dilution
Volumetric volume	250cm ³	25cm ³	25cm ³
Burette volume	25cm ³	2cm ³	2cm ³
Standard deviation	0.50-2.42	0.01-0.03	0.01-0.14
%w/v	3.82-4.30	4.40-4.57	3.78-4.21

Organic synthesis apparatus for normal and microscale



Pembelajaran berbasis etnokimia Skala Mikro untuk mendukung *Conceptual Change, Multi-Level Representations* dan pendidikan berkelanjutan

- Prinsip dalam menerapkan pembelajaran berbasis etnokimia adalah “think globally, act locally.”
- Praktikum dalam pembelajaran berbasis etnokimia menggunakan bahan-bahan ramah lingkungan
- Pembuatan Garam Dapur di sebuah Desa di Bali



Konsep kimia yang dapat dieksplorasi:

- Evaporasi
- Filtrasi
- Kristalisasi

A faint, light gray line drawing of two hands in a prayer position (Anjali Mudra) serves as a background for the text. The hands are positioned with palms facing each other and fingers pointing upwards.

TERIMA KASIH