

## IMPLEMENTASI EKSPERIMEN BLACK CAMEL SEBAGAI MEDIA EDUTAINMENT KIMIA

**Nora Listantia, Lusya Novita Ramadhani**

Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

[noralistantia@staff.unram.ac.id](mailto:noralistantia@staff.unram.ac.id)

---

**Kata Kunci:**

Implementasi, Black Caramel, Edutainment Kimia.

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan media edutainment melalui proyek pembuatan black caramel dalam pembelajaran kimia untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Pembelajaran kimia tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga pada kemampuan menerapkan pengetahuan dalam menyelesaikan permasalahan nyata. Namun, proses pembelajaran yang masih didominasi metode konvensional menyebabkan mahasiswa cenderung pasif sehingga keterampilan berpikir kritis belum berkembang secara optimal. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur yang dipadukan dengan implementasi proyek di laboratorium melalui pendekatan ceramah, demonstrasi, dan praktik pembuatan black caramel. Hasil implementasi menunjukkan bahwa proyek black caramel mampu meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep-konsep kimia, meliputi struktur karbohidrat, reaksi karamelisasi, perubahan sifat fisika dan kimia, serta penerapannya dalam industri pangan. Selain itu, keterlibatan mahasiswa dalam menganalisis proses, mengevaluasi hasil percobaan, dan memecahkan masalah selama kegiatan praktikum mengalami peningkatan, sehingga keterampilan berpikir kritis dapat berkembang dengan lebih optimal. Dengan demikian, media edutainment melalui proyek black caramel terbukti menjadi inovasi pembelajaran kimia yang efektif, kontekstual, menyenangkan, dan bermakna dalam mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis mahasiswa.

---

**Keywords:**

Implementation, Black Caramel, Chemistry Edutainment.

**Abstract:** This study aimed to implement an edutainment-based learning medium through a Black Caramel Project in chemistry learning to foster undergraduate students' critical thinking skills. Chemistry education should not only emphasize conceptual understanding but also develop students' ability to apply scientific knowledge in solving real-world problems. However, many students remain passive during the learning process, resulting in underdeveloped critical thinking skills. The Black Caramel Project was implemented as an edutainment medium that integrates educational and entertaining elements through a hands-on sugar caramelization experiment. The study employed a literature review combined with project implementation in a chemistry laboratory using lecture and demonstration approaches. The implementation demonstrated that the Black Caramel Project enhanced students' understanding of fundamental chemical concepts, including carbohydrate structure, caramelization reactions, physical and chemical changes, and their applications in the food industry. Furthermore, students became more actively engaged in analyzing experimental processes, evaluating results, and solving problems encountered during the activity, thereby fostering their critical thinking skills. Overall, the implementation of the Black Caramel Project as a chemistry edutainment medium represents an innovative and meaningful practice-based learning approach that creates an enjoyable learning environment while supporting the development of students' critical thinking skills.

---

## PENDAHULUAN

Media edutainment adalah kegiatan pembelajaran yang memadukan antara unsur pendidikan dengan hiburan sehingga terjadi hiburan yang mendidikan atau pendidikan yang menghibur. Dengan menggunakan pembelajaran berbasis edutainment ini ialah memudahkan siswa dalam memahami

materi kimia sehingga tujuan pembelajaran dapat lebih mudah tercapai (Arum, dkk, 2024). Menurut Nasution, (2017) dalam Wahyuddin, (2023), konsep pembelajaran media edutainment yang mengarahkan pendekatan student centre di mana digunakan sebagai pelaku pembelajaran bukan hanya sebagai sasaran pembelajaran. Edutainment juga berfungsi sebagai proses pembelajaran yang didesain dengan perpaduan antara pendidikan dan hiburan, sehingga siswa dalam proses belajar berlangsung lebih menarik, kreatif, inovatif, dan menyenangkan.

Dalam konten black caramel merupakan hasil dari proses karamelisasi terjadi pada suhu yang lebih tinggi atau waktu yang lebih lama. Proses karamelisasi ini merupakan salah satu reaksi pencoklatan non enzimatis yang melibatkan reaksi degradasi gula tanpa adanya asam amino atau protein yang menghasilkan produk akhir berupa polimer tanpa nitrogen berwarna coklat. Proses karamelisasi diawali dengan pelarutan gula pada suhu tinggi dan diikuti dengan pembentukan busa. Pada tahap ini gula (sukrosa) dipecah menjadi glukosa dan fruktosa. Kemudian proses dilanjutkan dengan pembentukan 1,2-enol atau disebut juga tahapan 1,2 enolisasi. Pada tahap ini gula mengalami enolasi menghasilkan senyawa 1,2-enol. Tahap selanjutnya adalah tahap dehidrasi atau fisi. Pada kondisi ini akan mengalami dehidrasi menghasilkan senyawa 5-hidroksimetil-2-furaldehid yang merupakan produk

dari reaksi karamelisasi heksosa dan salah satu prekursor pigmen coklat (Rosida & Priyanto, 2024). Permasalahan pembelajaran kimia diharapkan mampu tidak hanya menguasai konsep, tetapi juga mengimplementasikan konsep yang dipelajari untuk memecahkan masalah kimia. Namun, pembelajaran di kelas cenderung menenkankan perolehan konsep dan melumpuhkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa dalam kimia. Pembelajaran kimia memiliki tujuan yaitu meningkatkan keterampilan berpikir mahasiswa melalui media edutainment dalam proyek black caramel (Rohaya, 2022). Keterampilan berpikir kritis melibatkan kemampuan untuk menganalisis, mengevaluasi, dan memecahkan masalah secara kritis serta mengambil keputusan yang tepat berdasarkan pemikiran logis dan rasional. Pembelajaran Berbasis Proyek telah diakui sebagai metode yang efektif dalam memfasilitasi pengembangan kemampuan berfikir kritis mahasiswa (Sastradinata, 2023).

Penelitian ini menawarkan inovasi pembelajaran kimia melalui penerapan media edutainment berbasis proyek pembuatan black caramel. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya menggunakan media permainan, video, atau eksperimen sederhana sebagai sarana edutainment, penelitian ini memanfaatkan proses karamelisasi gula sebagai proyek autentik yang mengintegrasikan konsep kimia, proses industri pangan, dan pemecahan masalah nyata. Proyek black caramel tidak hanya berfungsi sebagai media demonstrasi konsep, tetapi juga sebagai wahana untuk melatih

keterampilan berpikir kritis mahasiswa melalui kegiatan observasi, analisis perubahan kimia, evaluasi hasil, dan pengambilan keputusan selama proses praktikum. Dengan demikian, penelitian ini menghadirkan model edutainment kontekstual berbasis proyek yang menghubungkan konsep kimia dengan aplikasi kehidupan sehari-hari sehingga menghasilkan pengalaman belajar yang lebih bermakna. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan sintaks Edutainment Project-Based Learning (E-PjBL) berbasis proyek black caramel sebagai model pembelajaran kimia yang mengintegrasikan unsur edutainment, pembelajaran berbasis proyek, dan pengembangan keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Berbeda dengan sintaks Project-Based Learning konvensional yang berfokus pada penyelesaian proyek, model ini menggabungkan pengalaman belajar yang menyenangkan dengan eksplorasi fenomena kimia yang dekat dengan kehidupan sehari-hari melalui proses karamelisasi gula.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode studi literatur yang dipadukan dengan implementasi pembelajaran (implementation study). Pendekatan ini bertujuan untuk mendeskripsikan penerapan media edutainment melalui sintaks Edutainment Project-Based Learning (E-PjBL) berbasis proyek black caramel dalam pembelajaran kimia serta mengkaji potensinya dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa.

Tahap pertama penelitian dilakukan melalui studi literatur untuk mengidentifikasi konsep-konsep yang berkaitan dengan pembelajaran edutainment, Project-Based Learning (PjBL), keterampilan berpikir kritis, dan proses karamelisasi gula sebagai konteks pembelajaran kimia. Hasil kajian literatur digunakan sebagai dasar dalam merancang sintaks E-PjBL berbasis proyek black caramel.

Tahap kedua merupakan implementasi pembelajaran yang dilaksanakan pada mahasiswa dalam kegiatan praktikum kimia. Proses pembelajaran mengikuti enam tahapan sintaks E-PjBL, yaitu: (1) Engage through Edutainment, (2) Explore Scientific Problems, (3) Project Design, (4) Project Implementation and Investigation, (5) Critical Reflection and Evaluation, dan (6) Communication and Scientific Showcase. Selama implementasi, mahasiswa bekerja secara berkelompok untuk merancang, melaksanakan, mengamati, menganalisis, serta mempresentasikan hasil proyek pembuatan black caramel.

Data penelitian diperoleh melalui observasi terhadap aktivitas mahasiswa selama pembelajaran, dokumentasi proses dan hasil proyek, serta catatan refleksi mahasiswa mengenai pengalaman belajar

yang diperoleh. Data dianalisis secara deskriptif melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan untuk menggambarkan keterlaksanaan sintaks E-PjBL, keterlibatan mahasiswa, serta munculnya indikator keterampilan berpikir kritis selama proses pembelajaran.

Keabsahan data diperkuat melalui triangulasi teknik dengan membandingkan hasil observasi, dokumentasi, dan refleksi mahasiswa sehingga diperoleh gambaran yang komprehensif mengenai efektivitas penerapan media edutainment berbasis proyek black caramel dalam pembelajaran kimia.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Sifat gula dalam proses kimia sebagai bahan pembuatan *Black Caramel***

Gula pasir yang kita kenal sehari-hari adalah sukrosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), sebuah disakarida yang terdiri dari molekul glukosa dan fruktosa. Ketika gula dipanaskan, ia tidak langsung meleleh, melainkan mengalami serangkaian transformasi kimia yang kompleks. Proses ini, yang dikenal sebagai karamelisasi, mengubah sifat fisik dan kimia gula, menghasilkan warna, rasa, dan aroma yang unik. Jika pemanasan dilanjutkan, karamel akan menjadi "black karamel", yang merupakan hasil akhir dari dekomposisi termal gula.

Gula dapat berfungsi untuk memberikan rasa manis, ada beberapa jenis gula yang dapat ditambahkan pada produk makanan diantaranya adalah sukrosa. Sukrosa merupakan senyawa disakarida. Secara komersial, sukrosa diproduksi dari tebu dan bit. Berat molekul sukrosa yaitu 342,30 dan titik cairnya  $186^{\circ}C$ . Monosakarida sukrosa yaitu 342,30 dan titik cairnya  $186^{\circ}C$ . Monosakarida merupakan karbohidrat dalam bentuk gula sederhana. Sebagaimana disakarida, monosakarida berasal manis, larut air dan bersifat kristalin (Syarif dan Anies, 1988). Sukrosa merupakan senyawa kimia yang termasuk dalam golongan karbohidrat, memiliki rasa manis, berwarna putih, bersifat anhydrous dan kelarutannya dalam air mencapai 67,7% (Hatta, dkk, 2021). Proses kimia dalam pembuatan *black caramel* sebagai berikut:

#### **a. Pemecahan Sukrosa**

Gula pasir (sukrosa) saat dipanaskan mengalami pemecahan menjadi gula yang lebih sederhana, yaitu glukosa dan fruktosa. Ini merupakan reaksi hidrolisis yang difasilitasi oleh panas yang memecah ikatan glikosidik sukrosa menjadi dua monosakarida tersebut. Menurut Sakri (2012), pemecahan ikatan glikosidik akibat pemanasan akan membuat gula-gula non reduksi (sukrosa) dapat dipecah menjadi gula reduksi seperti glukosa dan fruktosa. Contoh gula yang termasuk gula reduksi adalah glukosa, fruktosa, laktosa, maltosa, dan lain-lain. Monosakarida mempunyai

kemampuan untuk mereduksi suatu senyawa. Sifat pereduksi dari suatu gula ditentukan oleh ada tidaknya gugus hidroksil bebas yang reaktif.

#### b. Reaksi Dehidrasi

Setelah menjadi glukosa dan fruktosa, gula-gula ini mengalami reaksi dehidrasi yaitu penghilangan molekul udara ( $H_2O$ ). Terjadi pelepasan molekul air ( $H_2O$ ), ditandai dengan busa saat pemanasan. Proses ini mengubah struktur gula menjadi senyawa-senyawa yang lebih reaktif, seperti keton dan aldehida. Gula reduksi adalah gula yang mempunyai kemampuan untuk mereduksi, karena mempunyai gugus aldehyd atau keton bebas (Astuti et al., 2014). Hal ini menjadikan glukosa memiliki peran dalam reaksi karamelisasi (Anggraeni, 2017). Fruktosa merupakan salah satu golongan monosakarida yang terdiri atas 6 atom karbon (heksosa) dan mengandung gugus karbonil sebagai keton (Prahastuti, 2011).

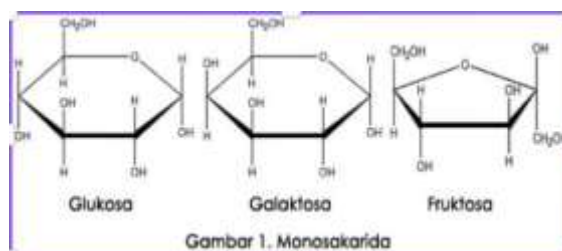
#### c. Pembentukan Senyawa Polimer dan Volatil

Keton dan aldehida yang terbentuk kemudian mengalami reaksi lanjutan membentuk dua gugus senyawa: Senyawa polimer yang berukuran besar dan tidak mudah menguap. pembentukan polimer dilihat dari karamelin memberi warna coklat tua. Senyawa volatil yang mudah menguap dan berkontribusi pada aroma khas caramel.

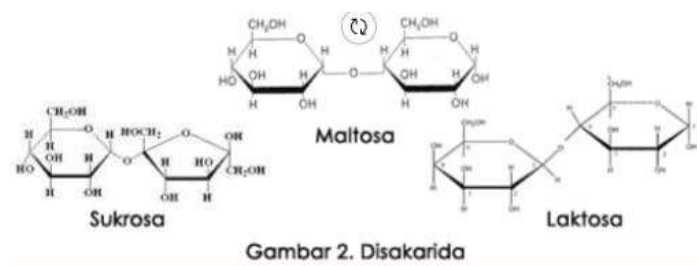
#### d. Perubahan Fisik

Selama proses ini, gula pasir yang awalnya padat mencair menjadi cairan kental yang disebut karamel. Perubahan warna berlangsung dari putih menjadi keemasan dan kemudian menjadi coklat tua, yang merupakan ciri khas dari proses karamelisasi. Reaksi karamelisasi timbul karena pemanasan gula. Reaksi karamelisasi merupakan reaksi pencoklatan secara non enzimatik. Reaksi karamelisasi terjadi karena adanya interaksi gula-gula pada suhu yang tinggi (800 C) yaitu di atas titik cairnya (Putra, 2016).

#### e. Struktur monosakarida dan disakarida

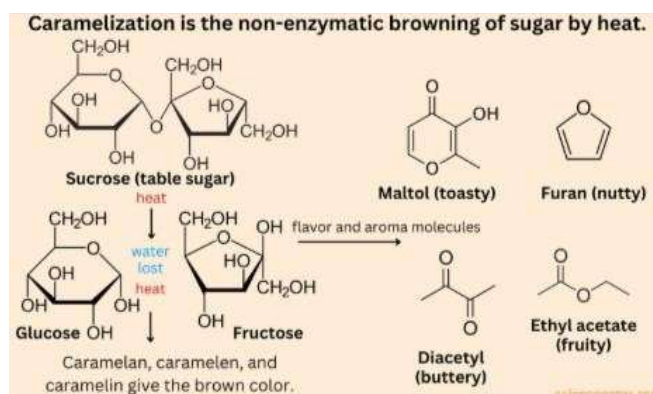


Gambar 1 Struktur Monosakarida



Gambar 2 Struktur Disakarida

f. Struktur proses karamelisasi



Gambar 3 Struktur Karamelisasi

2). Pemecahan sukrosa

Tahap awal karamelisasi dimulai dari sukrosa (gula pasir) yang dipanaskan. Pada suhu tinggi, sukrosa tidak hanya meleleh, tetapi juga mengalami pemecahan ikatan glikosidik yang menyatukan glukosa dan fruktosa. Hasilnya, sukrosa terurai menjadi dua monosakarida, yaitu glukosa dan fruktosa. Kedua molekul ini lebih reaktif karena memiliki gugus fungsional aldehida (glukosa) dan keton (fruktosa) yang memungkinkan terjadinya reaksi selanjutnya

a. Reaksi dehidrasi

Setelah terbentuk glukosa dan fruktosa, pemanasan lebih lanjut mengakibatkan terjadinya reaksi dehidrasi, yaitu pelepasan molekul air (H<sub>2</sub>O) dari gula sederhana tersebut. Kehilangan air ini menyebabkan terbentuknya senyawa turunan furan dan aldehida yang lebih reaktif. Proses ini ditandai dengan mulai munculnya perubahan warna pada gula cair yang semula bening menjadi kekuningan, kemudian keemasan (Ridhani, dkk., 2021).

b. Pembentukan pigmen karamel

Produk dehidrasi kemudian mengalami kondensasi dan polimerisasi yang menghasilkan pigmen berwarna coklat. Senyawa ini terdiri dari caramelan, caramelen, dan caramelin yang berbeda tingkat warnanya. Caramelan memberikan

warna coklat muda, caramelen menghasilkan warna coklat lebih pekat, sedangkan caramelin menghasilkan warna coklat tua hingga hitam. Pigmen inilah yang bertanggung jawab terhadap perubahan warna gula menjadi karamel.

c. Pembentukan senyawa volatil (aroma dan rasa) (Hustiany, 2016).

Pigmen berwarna, reaksi karamelisasi juga menghasilkan berbagai senyawa volatil yang mudah menguap dan memberikan aroma khas. Beberapa contoh senyawa tersebut adalah maltol yang memberi aroma toasty (panggang), furan yang memberi aroma nutty (kacang), diacetyl yang memberi aroma buttery (mentega), serta etil asetat yang menghasilkan aroma *fruity* (buah). Kombinasi senyawa volatil ini menjadikan karamel memiliki aroma yang kompleks dan menarik.

d. Dekomposisi

Apabila pemanasan dilanjutkan pada suhu yang lebih tinggi lagi, senyawa pigmen maupun volatil yang terbentuk akan mengalami dekomposisi. Pada tahap ini, gula akan berubah menjadi massa hitam pekat yang dikenal sebagai black caramel. Proses ini menghasilkan residu karbon padat (arang) serta gas-gas volatil seperti karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), karbon monoksida (CO), dan uap air. Pada titik ini, gula telah kehilangan rasa manis dan aroma khasnya, digantikan dengan rasa pahit dan bau terbakar (Hustiany, 2016).

## **2. Hubungan karamelisasi pada materi kimia**

a. Kimia Organik

Karamelisasi termasuk kajian kimia organik karena melibatkan perubahan struktur pada molekul karbohidrat (sukrosa, glukosa, fruktosa). Karbohidrat adalah senyawa organik dengan rumus umum C<sub>n</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>m</sub> yang kaya gugus hidroksil (OH) dan karbonil (–C=O). Sukrosa merupakan disakarida yang terdiri dari glukosa dan fruktosa. Ketika dipanaskan, sukrosa terhidrolisis menjadi dua monosakarida tersebut. Selanjutnya, terjadi reaksi dehidrasi (pelepasan H<sub>2</sub>O) dan isomerisasi yang menghasilkan senyawa organik baru, seperti 5-hidroksimetilfurfural (5-HMF), furfural, dan senyawa volatil lain (maltol, diacetyl, etil asetat) (Ridhani, dkk., 2021).

b. Biokimia

Menurut Yuwana, dkk., (2022), Karamelisasi terjadi secara non-enzimatik (tidak melibatkan enzim), proses ini tetap relevan dalam biokimia yaitu Senyawa yang terlibat adalah gula sederhana (glukosa, fruktosa) yang juga berperan dalam metabolisme tubuh. Serta Proses dehidrasi dan pembentukan HMF dalam makanan berhubungan dengan reaksi biokimia lain, misalnya reaksi Maillard (interaksi gula dengan asam amino). Dalam Pembentukan HMF (5-hidroksimetilfurfural)

adalah proses dehidrasi gula (seperti fruktosa dan glukosa) yang menghasilkan senyawa organik HMF. Reaksi ini dipicu oleh panas (suhu tinggi) dan dapat terjadi dalam kondisi asam atau melalui reaksi Maillard dan karamelisasi dalam makanan yang mengandung gula. Karamelisasi juga melibatkan aspek reaksi reduksi–oksidasi (redoks). Glukosa adalah gula reduksi, karena gugus aldehidnya dapat mereduksi ion logam (contoh:  $\text{Cu}^{2+}$  dalam pereaksi Fehling  $\rightarrow \text{Cu}^+$ ). Saat dipanaskan, glukosa dan fruktosa bisa teroksidasi menjadi senyawa karbonil lain, sementara pereaksi (atau senyawa lain di sekitarnya) mengalami reduksi. Selama karamelisasi, terbentuk berbagai senyawa hasil redoks:

- 1) Diacetyl (buttery)  $\rightarrow$  hasil oksidasi parsial dari gula.
- 2) Furfural dan HMF  $\rightarrow$  hasil dehidrasi sekaligus oksidasi ringan.

Pembentukan furfural pada karamel terjadi melalui proses karamelisasi, yaitu pemanasan gula di atas titik lelehnya hingga terjadi dehidrasi dan pembentukan senyawa baru, termasuk senyawa cincin furfural seperti HMF (5-hidroksimetilfurfural). Reaksi ini dipengaruhi oleh suhu, di mana kenaikan suhu dapat mempercepat pembentukannya.

- 3) Pigmen caramelin  $\rightarrow$  terbentuk dari polimerisasi dan reaksi oksidatif lebih lanjut.

Pada tahap akhir (black caramel), polimer mengalami dekomposisi oksidatif, menghasilkan karbon padat (arang) dan gas ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ).

c. Penerapan *black caramel* dalam bidang industri.

- 1) Industri makanan: digunakan untuk memberikan aroma, warna coklat, dan rasa manis pada produk seperti permen, kue, dan roti melalui pembentukan senyawa maltol dan isomaltol yang khas (Ridhani, dkk, 2021).
- 2) Produksi permen karamel susu: karamelisasi dilakukan dengan memanaskan gula dan susu untuk menghasilkan tekstur lunak, cita rasa manis, dan warna coklat khas permen karamel (Weluz, dkk, 2024).
- 3) Industri roti: proses karamelisasi gula selama pemanggangan menghasilkan warna coklat keemasan dan aroma khas pada kulit roti, meningkatkan nilai sensorik produk (Mazaya, dkk, 2021).

- 4) Pengolahan pati dan bahan pangan lainnya: karamelisasi lebih dominan dalam pembentukan pigmen coklat pada bahan mengandung pati dibandingkan reaksi

Maillard (Supriyanto, dkk, 2021).

#### d. Praktik Proses Pembuatan *Black Caramel*

- 1) Gula dipanaskan dan mencair.



Gambar 4. Gula dipanaskan

Gula yang awalnya berbentuk padat meleleh menjadi larutan cair berwarna bening atau sedikit kekuningan.

- 2) Larutan gula mulai mendidih



Gambar 5. Gula mulai menguap

Gula meleleh dan menguap dilihat dari tekstur semakin kental, serta warna mulai merubah menjadi kuning muda.

- 3) Pencoklatan awal (karamelisasi)



Gambar 6. Gula mulai kekuningan

Larutan gula menjadi semakin pekat dengan warna berubah menjadi coklat muda. Reaksi karamelisasi mulai terjadi karena pemanasan terus menerus.

- 4) Pembentukan caramel lebih pekat



Gambar 7. Gula membentuk caramel

Warna menjadi coklat gelap, tekstur lebih kental dan lengket, rasa semakin manis dengan aroma karamel yang khas.

5) Tahap black caramel



Gambar 8. Pembentukan black caramel

Warna coklat semakin tua dan mengkilap, menandakan karamel sudah siap digunakan. Jika dipanaskan lebih lama lagi, karamel dapat menjadi pahit atau gosong.

## **KESIMPULAN**

Penerapan media edutainment melalui sintaks Edutainment Project-Based Learning (E-PjBL) berbasis proyek black caramel merupakan inovasi pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kualitas proses pembelajaran kimia. Implementasi proyek ini mampu menghubungkan konsep-konsep kimia, seperti struktur karbohidrat, reaksi karamelisasi, serta perubahan sifat fisika dan kimia, dengan konteks kehidupan nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual, menarik, dan bermakna bagi mahasiswa.

Selain meningkatkan pemahaman konseptual, penerapan sintaks E-PjBL memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis melalui kegiatan mengamati, menganalisis, merancang proyek, mengevaluasi hasil, dan mengomunikasikan temuan secara ilmiah. Dengan demikian, media edutainment berbasis proyek black caramel berpotensi menjadi alternatif model pembelajaran inovatif yang dapat diterapkan pada mata kuliah kimia maupun bidang sains lainnya untuk mendukung pembelajaran aktif, kolaboratif, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan abad ke-21.

Penerapan media edutainment melalui sintaks Edutainment Project-Based Learning (E-PjBL) berbasis proyek black caramel merupakan inovasi pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kualitas proses pembelajaran kimia. Implementasi proyek ini mampu menghubungkan konsep-konsep kimia, seperti struktur karbohidrat, reaksi karamelisasi, serta perubahan sifat fisika dan kimia, dengan konteks kehidupan nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual, menarik, dan bermakna bagi mahasiswa.

Selain meningkatkan pemahaman konseptual, penerapan sintaks E-PjBL memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis melalui kegiatan mengamati, menganalisis, merancang proyek, mengevaluasi hasil, dan mengomunikasikan temuan secara ilmiah. Dengan demikian, media edutainment berbasis proyek black caramel berpotensi menjadi alternatif model pembelajaran inovatif yang dapat diterapkan pada mata kuliah kimia maupun bidang sains lainnya untuk mendukung pembelajaran aktif, kolaboratif, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan abad ke-21.

#### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Mataram atas dukungan terhadap pelaksanaan penelitian ini. Apresiasi juga disampaikan kepada Program Studi Pendidikan Kimia yang telah memberikan fasilitas laboratorium dan sarana pendukung selama proses implementasi pembelajaran. Penulis turut menyampaikan terima kasih kepada seluruh mahasiswa S1 Pendidikan Kimia yang berpartisipasi sebagai subjek penelitian atas keterlibatan aktif selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Penghargaan juga diberikan kepada rekan sejawat dan semua pihak yang telah memberikan masukan, dukungan, serta bantuan selama proses penelitian hingga penyusunan artikel ini. Penelitian ini tidak memperoleh pendanaan khusus dari lembaga pendanaan pemerintah, komersial, maupun nirlaba.

#### **DAFTAR REFERENSI**

- Anggraeni, D. (2017). Reaksi kimia pada proses pemanasan gula. *Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 5(2), 45–52.
- Arum, P., dkk. (2024). Pengembangan media edutainment dalam pembelajaran kimia. *Jurnal Pendidikan Sains*, 12(1), 33–41.
- Astuti, R., Widyaningsih, T. D., & Pratiwi, E. (2014). Analisis senyawa gula reduksi pada pangan. *Jurnal Teknologi Pangan*, 8(2), 55–62.
- Hatta, H., & Laboko, A. (2021). *Sifat fisikokimia pasta coklat*. CV Cahaya Arsh Publisher & Printing.

- Hustiany, R. (2016). *Reaksi Maillard: Pembentuk Citarasa dan Warna pada Produk Pangan*. Lambung Mangkurat University Press.
- Mazaya, G., Karseno, & Yanto, T. (2021). Aplikasi pengawet alami terhadap sifat sensoris roti manis. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(1), 1–14.
- Pawestri, S., Pertiwi, P. G. M., & Perdhana, F. F. (2025). Kajian Literatur: Senyawa Volatil Pembentuk Flavor Terasi. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 8(6): 3234 – 3245.
- Prahastuti, E. (2011). Sifat monosakarida dan aplikasinya. *Jurnal Kimia Organik*, 3(4), 21–28.
- Putra, D. (2016). Pengaruh suhu terhadap reaksi karamelisasi. *Jurnal Sains Pangan*, 9(3), 112–118.
- Ridhani, A. M., Vidyanigrum, P. I., Akmalia, N. N., & Riana. (2021). Potensi penambahan gula pada roti manis. *Jurnal Teknologi Pangan Pasundan*, 8(3), 61–68.
- Rohaya, D. (2022). Analisis kemampuan pemecahan masalah pada pembelajaran kimia. *Jurnal Wahana Pendidikan*, 9(2), 107–114.
- Rosida, F. D., & Priyanto, D. A. (2024). *Keong sebagai sumber nutrisi dan pangan fungsional*. UNISMA Press.
- Sastradinata, N. L. B. (2023). *Transformasi mindset dalam membangun kemampuan berpikir kritis*. Deepublish.
- Supriyanto, et al. (2006). Kinetika perubahan HMF pada bahan makanan berpati. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 17(2), 109–119.
- Weluz, P. G., Pratiwi, K. P. D. I., & Putra, M. A. G. I. (2024). Permen karamel susu rendah sukrosa. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 13(3), 487–503.
- Yuwana, A. M. P., Putri, D. N., & Harini, N. (2022). Hubungan antara atribut sensori dan kualitas gula merah tebu: pengaruh pH dan kondisi karamelisasi: The relationship between sensory and quality attributes in brown cane sugar: effect of pH and caramelization conditions. *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 13(1), 54-66.