

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Satuan Pendidikan : SMK Negeri 1 Klabang
Kelas / Semester : X/ Ganjil
Mata Pelajaran : Dasar Proses Pengolahan Hasil Pertanian
Tema : Teknik Koagulasi
Sub Tema : Proses Pembuatan Tahu
Pembelajaran ke : 1
Alokasi Waktu : 10 Menit

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah melalui kegiatan mengamati, diskusi, dan menggali informasi melalui pendekatan scientific peserta didik mampu menunjukkan prinsip teknik koagulasi pembuatan tahu dengan benar

B. B. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pendahuluan (2 menit)	<ul style="list-style-type: none">Berdo'a, motivasi dan apersepsi
Inti (8 menit)	<p>MENGAMATI/<i>STIMULATION</i></p> <ul style="list-style-type: none">Peserta didik mengamati produk koagulasi (tahu)Peserta didik melihat video yang di tampilkan guru. <p>MENANYAKAN/<i>PROBLEM STATEMENT</i></p> <ul style="list-style-type: none">Peserta didik mengajukan pendapat dan pertanyaan mengenai produk koagulasi dan video yang ditayangkan (<i>critical thinking</i>)Guru menampung pertanyaan peserta didik dan mengelompokkan pada beberapa sub tema. <p>MENGUMPULKAN INFORMASI/<i>DATA COLLECTION</i></p> <ul style="list-style-type: none">Peserta didik membentuk kelompok untuk mengerjakan sub tema yang telah ditetapkan bersama Kelp. 1 : Alat dan Bahan dalam Pembuatan Tahu Kelp. 2 : Diagram Alir Pembuatan Tahu Kelp. 3 : Proses Pembuatan TahuPeserta didik menggali informasi dari buku, dan hand outPeserta didik mengerjakan tugas dari guru sesuai pembagian tema dari guru dengan berdiskusi (<i>collaboration</i>) <p>MENGASOSIASIKAN/<i>DATA PROCESSING</i></p> <ul style="list-style-type: none">Mengkaji dan mempelajari hand out yang dibagikan guruMenuangkan hasil diskusi ke kertas manila berwarna (<i>Create, Creative and Innovative</i>)

	<p>MENGGOMUNIKASIKAN/ <i>VERIFICATION DAN GENERALIZATION</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mempresentasikan hasil pekerjaan di depan teman sekelas dengan percaya diri (<i>Communication</i>) • Peserta bersama guru membuktikan informasi dengan mempresentasikan hasil diskusi dan bersama guru membandingkan informasi yang dituang/dikerjakan pada media dua dimensi dengan hand out/buku sesuai materi • Guru memberikan penguatan terhadap konsep yang telah dipelajari
Petutup (2 menit)	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik melakukan refleksi kegiatan pembelajaran • Peserta didik mengerjakan LKPD yang diberikan guru • Kesimpulan dan berdo'a

C. PENILAIAN PEMBELAJARAN

Aspek	Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen
Karakter	Observasi Sikap	Lembar Observasi Sikap
Pengetahuan	Tes tulis	LKPD
Keterampilan	Observasi diskusi dan presentasi Project	Lembar Observasi Diskusi dan presentasi Media dua dimensi

Lampiran 1. Pengembangan Bahan Ajar

HAND OUT TEKNIK KIMIAWI KOAGULASI

A. Penggumpalan/Koagulasi

Berbagai macam bahan hasil pertanian baru dapat dimanfaatkan manusia setelah bahan tersebut mengalami beberapa tahap pengolahan, bahkan beberapa bahan harus diolah kembali setelah mengalami proses pertama sebelum digunakan.

Penggumpalan (koagulasi) adalah salah satu bagian dari unit proses pengolahan pangan. Koagulasi hanya terjadi pada bahan yang mengandung protein. Untuk membahas proses koagulasi dengan bahan kimia, kita harus memahami sifat-sifat asam amino dan protein, prinsip-prinsip koagulasi serta jenis koagulan kimia.

B. Prinsip Koagulasi dengan Bahan Kimia

Protein dapat dipisahkan dari molekul lain berdasarkan ukuran, kelarutan, muatan dan afinitas ikatan. Itulah sebabnya orang dapat memisahkan protein dari bahan hasil pertanian dengan cara menghancurkan biji-bijian yang mengandung protein. Protein kedele dapat dipisahkan untuk membuat susu kedele atau untuk membuat tahu.

Untuk memisahkan protein kedelai dari komponen lain biasanya dilakukan penghancuran dan penambahan air untuk melarutkan protein. Protein terlarut kemudian disaring untuk memisahkan protein yang larut dari komponen lain (komponen yang tidak terlarut). Hasil pemisahan protein kedele tersebut disebut susu kedele. Untuk membuat tahu, susu kedele yang merupakan protein globular harus dilakukan koagulasi.

Prinsip koagulasi adalah mengubah sifat protein dari sifat larut menjadi tidak larut dengan cara menambahkan bahan kimia, enzim atau pemanasan. Kebanyakan protein hanya dapat stabil pada pH dan suhu tertentu. Jika suhu dan pH berubah melewati batas yang telah ditentukan, protein akan mengalami denaturasi.

Denaturasi adalah perubahan yang terjadi dalam susunan ruang atau rantai polipeptida dalam molekul protein akibat pengaruh suhu, bahan kimia atau enzim. Pada protein globular denaturasi dapat jelas terlihat dari berkurangnya daya larut atau terjadinya penggumpalan (koagulasi).

Ada dua macam denaturasi yaitu: Pengembangan rantai polipeptida, dan Pemecahan protein menjadi unit yang lebih kecil tanpa pengembangan molekul.

Terjadinya kedua jenis denaturasi tersebut tergantung pada keadaan molekul. Pertama terjadi pada ikatan polipeptida, dan yang kedua terjadi pada bagian-bagian molekul yang tergabung ikatan sekunder.

Ikatan-ikatan yang dipengaruhi oleh proses denaturasi yaitu:

- a. Ikatan hydrogen
- b. Ikatan hidrofobik dari "Micelle" (misal ikatan pada leusin, valin dan lain-lain yang membantu Micelle)
- c. Ikatan ionik diantara gugus yang bermuatan positif dan negative
- d. Ikatan intra molekuler seperti yang terdapat pada gugus disulfide dalam sistein.

Di dalam pengolahan tahu banyak bahan kimia yang dapat digunakan, baik yang berupa asam maupun garam. Seperti telah disebutkan di depan, bahwa adanya gugus amino dan karboksil bebas pada mata rantai molekul protein, menyebabkan protein mempunyai banyak muatan (polielektrolit) dan bersifat amfoter (dapat bereaksi asam atau basa). Daya reaksi berbagai jenis protein terhadap asam atau basa tidak sama tergantung dari jumlah dan letak gugus amino dan karboksil dalam molekul. Dalam larutan asam (pH rendah) gugus amino bereaksi dengan H^+ , sehingga protein bermuatan positif, sebaliknya dalam suasana basa (pH tinggi) protein akan bereaksi dengan asam atau bermuatan negatif. Pada pH tertentu yang disebut titik isolistrik/iselektrik adalah muatan gugus amino dan karboksil bebas akan saling menetralkan sehingga molekul bermuatan nol. Koagulasi paling cepat terjadi pada titik isolistrik ini dan prinsip ini digunakan dalam pengolahan dengan cara koagulasi. pH isolistrik untuk protein antara 4,5 sampai 4,7. Disamping asam atau basa bahan kimia lain yang dapat digunakan untuk koagulasi adalah garam. Bila protein ditambahkan garam, daya larut protein akan berkurang. Akibat peristiwa ini protein akan terkoagulasi. Peristiwa koagulasi dengan garam sering disebut peristiwa "salting out". Garam yang diberikan dalam proses "salting out" adalah garam netral yang berkonsentrasi tinggi sehingga protein mengendap.



Gambar 1. Contoh produk hasil proses koagulasi/penggumpalan.

C. Jenis Koagulan Kimia

Berbagai jenis bahan kimia dapat digunakan untuk koagulasi protein. Bahan kimia yang dapat digunakan untuk menggumpalkan protein disebut bahan penggumpal (koagulan). Jenis koagulan yang sering digunakan untuk pengolahan tahu Jepang (tofu) ada empat, yaitu:

1. Nigari, yaitu koagulan golongan khlorida Yang termasuk dalam golongan ini adalah:
2. Magnesium khlorida ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$)
3. Kalsium khlorida ($CaCl_2$)
4. Air laut

Jenis koagulan khlorida ini memiliki kelebihan yaitu tahu yang dihasilkan akan memiliki rasa enak, flavor dan aroma tahu menjadi harum. Akan tetapi pembentukan gumpalan (curd) akan lebih lama dan diperlukan keahlian serta perhatian yang serius dari pekerja ini. Hasil rendemen dari gumpalannya rendah sehingga harga tahu menjadi mahal, tekstur tahu tidak lunak dan halus.

Air laut juga dapat dipakai sebagai koagulan dalam pembuatan tahu, cara penggunaannya dapat langsung mengambil air laut yang bersih (tidak kotor), segar dan tidak diambil dari lokasi dekat muara sungai.

Koagulan golongan sulfat.

Yang termasuk dalam koagulan sulfat yaitu: Kalsium sulfat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) atau "gypsum", Magnesium sulfat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) atau "epson".

Penggunaan Kalsium Sulfat dan Magnesium Sulfat dapat diberikan sekaligus dalam bubur kedele. Bagi para pengguna tidak diperlukan keahlian khusus, hasil yang diperoleh 15-20% lebih tinggi dibandingkan menggunakan koagulasi nigari. Hal tersebut berpengaruh terhadap harga jual tahu sehingga menjadi lebih murah dan akan lebih menguntungkan produsen.

Koagulan golongan "lactone"

Koagulan golongan lactone dikenal secara teknis dengan nama Glucono Delta Lactone (GDL), yang mirip dengan gypsum. Pada saat GDL dicampurkan ke dalam bubur kedele dan dipanaskan, maka lactone akan menghasilkan asam glukonat. Akibatnya protein pada bubur kedele menggumpal.

Cara menggunakan GDL yaitu dengan menambahkan GDL ke dalam bubur tahu (dingin) kemudian bubur tersebut dimasukkan ke dalam suatu wadah tertutup, selanjutnya dicelupkan dalam air panas bersuhu $85-90^\circ\text{C}$ selama 30-50 menit. Bubur tahu akan berubah menjadi gumpalan-gumpalan yang halus, lembut, mirip pasta, produk ini dikenal dengan nama tahu sutera (silken tofu).

Koagulan golongan asam

Yang termasuk golongan ini adalah: Asam cuka/asam asetat /vinegar = CH_3COOH , Asam laktat/lactic acid = $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$

Asam cuka, selain dipakai untuk menggumpalkan protein pada kedele, juga dipakai untuk menggumpalkan getah karet. Sedangkan penggunaan asam asetat akan lebih baik dibandingkan penggunaan asam laktat. Asam asetat dapat menggumpalkan 67,8% total protein pada $\text{pH} < 4,5$. Pada $< 4,5$ maka terjadi titik isolistrik (titik isoelektrik) dari globulin protein. Asam laktat dapat menggumpalkan 55% protein kedele. Penggunaan asam ini akan memberikan flavor yang lebih baik dibandingkan bila menggunakan lactone, dan struktur molekul yang dihasilkan akan lebih kecil.

Selain koagulan kimia, ada beberapa koagulan nabati yang sering dipakai dalam penggumpalan protein kedelai. Koagulan nabati antara lain lemon juice, bahan ini mudah didapat dan harganya murah. Namun demikian bila dibandingkan nigari dan calcium sulfat hasilnya lebih sedikit, tekstur tidak halus dan sedikit memberikan flavor asam. Bila menggunakan lemon juice, maka suhu penggumpalan antara $70-80^\circ\text{C}$ dan pH diatur sampai mencapai $< 4,5$.

Papain yaitu enzim proteolitik yang ada di pepaya dalam bentuk getah. Getah pepaya muda juga dapat digunakan sebagai koagulan untuk membuat tahu sutera (silken tofu). Caranya dengan mencampurkan 1-3% getah pepaya kering ke dalam bubur kedele mentah, kemudian didiamkan selama ± 1 menit, selanjutnya dicelupkan dalam air panas. Enzim proteolitik ini akan rusak pada suhu di atas 70°C .

Di Indonesia, penggunaan manyon/whey (air bekas perasan gumpalan tahu yang dibiarkan selama 1 hari 1 malam) lebih sering dipakai sebagai bahan penggumpal.

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Koagulasi

Koagulasi yang baik akan menghasilkan gumpalan yang kompak, air (whey) mudah terpisah dari gumpalan dan mudah disaring. Faktor yang mempengaruhi koagulasi ialah: bahan dasar, koagulan, suhu dan pengadukan.

a. Bahan dasar

Bahan dasar yang banyak mengandung protein globuler akan menghasilkan gumpalan yang lebih banyak dibanding bahan yang mengandung protein serabut (fibrosa). Bahan yang banyak mengandung protein globuler adalah kedele, kacang hijau, susu, latek (karet).

b. Suhu

Panas menyebabkan koagulasi protein dengan suhu efektif 38-75°C. Di samping itu suhu juga membantu kecepatan reaksi koagulan dengan ikatan amino dan ikatan karboksil. Semakin tinggi suhu akan semakin cepat proses penggumpalan oleh koagulan.

c. pH

Beberapa faktor dapat mempengaruhi koagulasi tetapi protein sangat mudah terkoagulasi pada pH titik isolistrik, pH titik isolistrik susu terjadi pada kisaran 4,5-4,7.

d. Koagulan

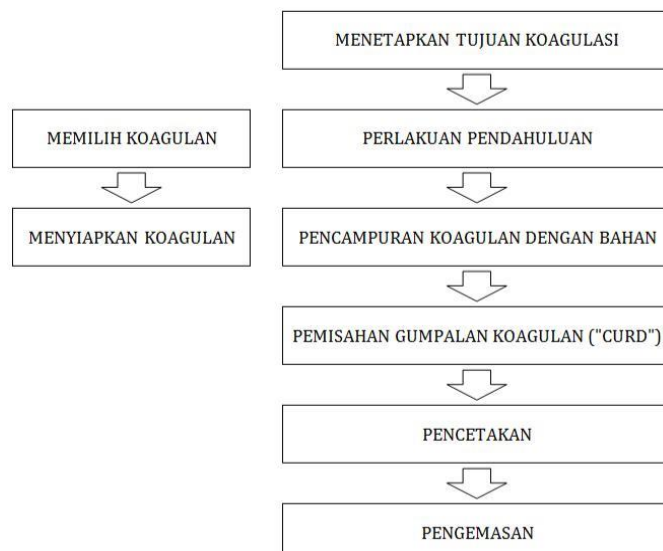
Bahan penggumpal kimia (koagulan) berpengaruh pada tingkat kekerasan (tekstur) gumpalan. Golongan magnesium akan menghasilkan gumpalan yang lebih keras dibanding golongan kalsium. Bila menggunakan batu tahu ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), sebaiknya batu tahu dipanaskan lebih dahulu agar memudahkan penghancuran. Agar tidak berpengaruh pada rasa, sebaiknya batu tahu dibuat larutan yang jenuh kemudian diendapkan dan yang digunakan hanya airnya saja. Air laut jarang digunakan sebagai penggumpal karena memberi efek rasa yang kurang disenangi. GDL sebenarnya tidak bertindak sebagai koagulan, tetapi dengan adanya panas, GDL dapat membantu mengubah bentuk aktif ke tidak aktif. GDL digunakan untuk membuat tahu lunak.

e. Pengadukan

Pengadukan akan berpengaruh pada proses penggumpalan. Penggumpalan yang lemah menunjukkan bahwa koagulan belum cukup tercampur antara koagulan dengan protein. Sebaliknya pengadukan yang terlalu keras akan merusak agregat dari gumpalan yang terjadi. Pengadukan yang terlalu keras menyebabkan koagulasi tidak terbentuk dengan baik. Pengadukan yang baik adalah dengan menyilang perlahan-lahan pada bagian atas susu kedele kurang lebih lima kali, sehingga tidak merusak agregat.

d) Langkah-Langkah Penggumpalan

Gambar 2. Skema penggumpalan



Lampiran 2. Media Pembelajaran

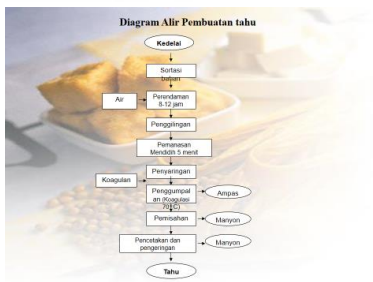
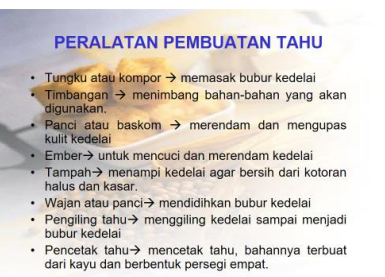
1. Produk olahan : Tahu
2. Power Point Pembuatan tahu



Tabel Komposisi zat gizi per 100 gr tahu

NO	ZAT GIZI	JUMLAH
1.	Energi	63,0 kalori
2.	Air	86,7 gram
3.	Protein	7,9 gram
4.	Lemak	4,1 gram
5.	Karbohidrat	0,4 gram
6.	Serat	0,1 gram
7.	Abu	0,9 gram
8.	Kalsium	150,0 mg
9.	Besi	2,2 mg
10.	Vitamin B ₁	0,04 mg
11.	Vitamin B ₂	0,02 mg
12.	Niacin	0,4 mg

Sumber Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI



3. Video Pembuatan Tahu
<https://youtu.be/nF4oB5QLwxo>

Lampiran 3. Lembar Kerja Peserta Didik

LKPD Koagulasi Dalam

Nama Siswa :

Kelas :

Mata Pelajaran : **Dasar Proses Pengolahan Hasil Pertanian**

Langkah-Langkah Kegiatan:

1. Bacalah hand out tentang Teknik Kimiawi Koagulasi
2. Amati PPt Pembuatan Tahu
3. Berdasar hasil pengamatan, diskusi, dan penggalian informasi hari ini, kerjakan tugas berikut:

Tugas Peserta Didik:

1. Sebutkan alat yang dibutuhkan dalam proses pembuatan tahu dan jelaskan fungsinya, minimal 5 jenis alat!
2. Gambarkan diagram alir dari proses pembuatan tahu!
3. Pada tahap manakah koagulan asam ditambahkan pada proses pembuatan tahu, mengapa demikian?

Lampiran 4 Lembar Penilaian

1. PENILAIAN SIKAP

Jurnal Umum Penilaian Sikap

Kelas :

No.	Nama Peserta Didik	Deskripsi Sikap	Keterangan
1.			
2.			
n.			

Keterangan:

Diisi sebagai masukan bagi guru PKn dan PAI

2. PENILAIAN PENGETAHUAN

Kisi – kisi:

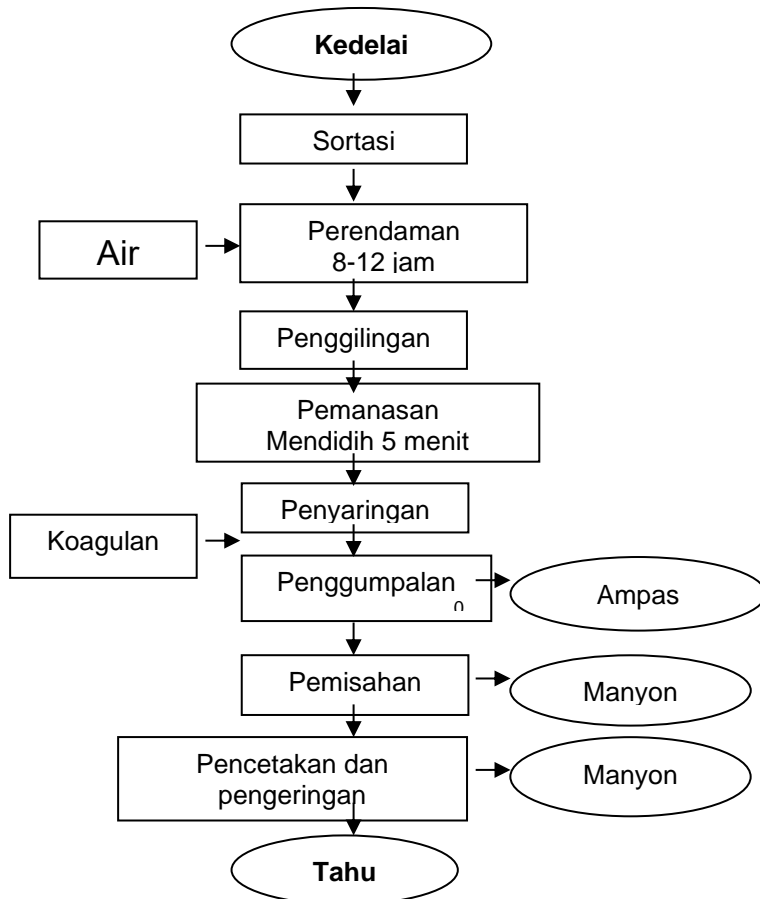
Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Kognitif	Jenis Soal	Soal
3.4 Memahami Prinsip Teknik Kimiawi	3.4.6 Menerangkan prinsip teknik koagulasi	1. Menjelaskan alat dan fungsinya yang dipakai dalam proses pembuatan tahu 2. Menunjukkan diagram alir proses pembuatan tahu 3. Menjelaskan tahap penambahan koagulan dan menjelaskan alasannya	C2 C3 C3	Essay	1. Sebutkan alat yang dibutuhkan dalam proses pembuatan tahu dan jelaskan fungsinya, minimal 5 jenis alat! 2. Gambarkan diagram alir dari proses pembuatan tahu! 3. Pada tahap manakah koagulan asam ditambahkan pada proses pembuatan tahu, mengapa demikian

Kunci Jawaban:

1. Alat – alat yang dibutuhkan dalam pembuatan tahu
 - a. Tungku atau kompor → memasak bubur kedelai
 - b. Timbangan → menimbang bahan-bahan yang akan digunakan.
 - c. Panci atau baskom → merendam dan mengupas kulit kedelai
 - d. Ember → untuk mencuci dan merendam kedelai
 - e. Tampah → menampi kedelai agar bersih dari kotoran halus dan kasar.

- f. Wajan atau panci → mendidihkan bubur kedelai
- g. Penggiling tahu → menggiling kedelai sampai menjadi bubur kedelai
- h. Pencetak tahu → mencetak tahu, bahannya terbuat dari kayu dan berbentuk persegi empat

2. Diagram alir proses pembuatan tahu



4. Koagulan asam ditambahkan setelah bubur kedelai dipanaskan dan disaring, tujuannya adalah untuk menggumpalkan protein yang terdapat dalam bubur kedelai saring sehingga protein terpisah dari manyon dan dapat dipadatkan untuk dijadikan tahu.

Penskoran Jawaban dan Pengolahan Nilai

No.1 ; jawaban lengkap dan benar = 30, tidak lengkap = 15, tidak menjawab = 0

No.2 ; jawaban lengkap dan benar = 40, jawaban benar tidak lengkap = 20, tidak menjawab = 0

No.3 ; jawaban lengkap dan benar = 30, jawaban benar tidak lengkap = 15, tidak menjawab = 0

2. PENILAIAN KETRAMPILAN

A. Diskusi

Tabel Penilaian Diskusi

Indikator Kelompok	Pertisipasi dalam kelompok	Beban tanggung jawab	Kualitas interaksi	Peran dalam kelompok	Skor total	Skor Kelompok (%)	Predikat
I							
II							
III							
Skor Total							

*Skor maksimum = 12

Rubrik Penilaian

Kriteria Aspek	Sangat Baik (Skor 3)	Baik (Skor 2)	Kurang Baik (Skor 1)
Partisipasi dalam kelompok	Semua siswa berpartisipasi aktif	Minimal tiga perempat siswa berpartisipasi aktif	Satu atau dua siswa yang berpartisipasi aktif
Beban tanggung jawab	Tanggung jawab terhadap tugas terdistribusi secara merata	Tanggung jawab dipikul tiga perempat anggota kelompok	Tanggung jawab dibebankan pada satu orang
Kualitas interaksi	Mampu memimpin dan interaksi yang terjadi sangat positif	Mampu memimpin dan kualitas interaksi cukup positif	Tidak mampu memimpin dan interaksi yang terjadi kurang positif (banyak membicarakan yang bukan menjadi topik pembahasan)
Peran dalam kelompok	Setiap siswa diberikan peran tertentu yang didefinisikan dengan jelas	Setiap siswa diberi peran tersebut tidak didefinisikan dengan jelas	Tidak ada peran tertentu dalam kelompok

A. Presentasi

Tabel Penilaian Presentasi

No.	Kelompok	Kejelasan Presentasi	Pengetahuan	Penampilan	Total Nilai

Rubrik Penilaian presentasi

No	Aspek	Penilaian			
		4	3	2	1
1	Kejelasan Presentasi				
2	Pengetahuan				
3	Penampilan				

Kriteria

- Kejelasan presentasi

Skor 4 Sistematika penjelasan logis dengan bahasa dan suara yang sangat jelas

Skor 3 Sistematika penjelasan logis dan bahasa sangat jelas tetapi

Skor 2 suara kurang jelas

Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

Skor 1 Sistematika penjelasan tidak logis dan tidak menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

- Pengetahuan

Skor 4 Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

Skor 3 Menguasai sebagian besar materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

Skor 2 Penguasaan materi kurang meskipun bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak berhubungan dengan topik yang dibahas

Skor 1 Materi kurang dikuasai serta tidak bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak mendukung topic

- Penampilan

Skor 4 Penampilan menarik, sopan dan rapi, dengan penuh percaya diri serta menggunakan alat bantu

Skor 3 Penampilan cukup menarik, sopan, rapih dan percaya diri menggunakan alat bantu

Skor 2 Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi kurang percaya diri serta menggunakan alat bantu

Skor 1 Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi tidak percaya diri dan tidak menggunakan alat bantu

B. Hasil Karya (Media dua dimensi)

Hasil Karya dinilai dengan:

No.	Nama	Informasi	Kejelasan Materi	Estetika	Total Nilai

Rubrik Media dua dimensi

No	Aspek	Penilaian			
		4	3	2	1
1	Informasi				
2	Kejelasan Materi				
3	Estetika				

Kriteria:

Aspek Informasi :

Skor 4 Informasi Lengkap dan berurutan

Skor 3 Informasi Cukup Lengkap dan berurutan

Skor 2 Informasi kurang Lengkap namun berurutan

Skor 1 Informasi Tidak Lengkap

Aspek Kejelasan :

Skor 4 Materi yang disampaikan jelas dan tulisan rapi tidak berjejalan

Skor 3 Materi yang disampaikan cukup jelas dan tulisan rapi

Skor 2 Materi yang disampaikan kurang jelas dan tulisan kurang rapi

Skor 1 Materi yang disampaikan tidak jelas

Aspek Estetika :

Skor 4 Tampilan media menarik, berwarna, dan ditambahi gambar/ornamen yang sesuai

Skor 3 Tampilan media cukup menarik, berwarna, dan ditambahi gambar/ornamen biasa

Skor 2 Tampilan media cukup menarik namun tanpa disertai gambar/ornamen

Skor 1 Tampilan media kurang menarik