

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tempe

Tempe adalah makanan tradisional Indonesia yang merupakan hasil fermentasi kedelai. Fermentasi tempe terjadi karena aktivitas kapang *rhizopus sp* pada kedelai sehingga membentuk massa yang padat dan kompak. Diperkirakan tempe telah populer sejak berkembangnya kerajaan Hindu dan Budha, khususnya daerah Jawa Tengah, Yogyakarta dan Jawa timur.

Tempe ditemukan lebih dari 2000 tahun lalu adalah makanan khas Indonesia. Tidak berbeda dengan produk lainnya yang sudah berumur lama tempe juga menghasilkan jamur. Tempe segar warna flek putih sedangkan tempe busuk dengan ciri flek hitam. Tempe kaya akan protein, serat, vitamin, mineral, dan *isoflavin*. Tempe juga menjadi sumber vitamin B 12 sebagai produk sampingan proses fermentasi.

Selama proses fermentasi banyak bahan dalam kedelai menjadi bersifat lebih larut dalam air dan lebih mudah dicerna. Lemak yang terkandung dalam tempe tidak mengandung kolesterol sehingga tempe menguntungkan bagi mereka yang melakukan program diet. Disamping itu lemak dalam tempe tahan terhadap proses ketengikan yang disebabkan oleh produksi antioksidan alami oleh kapang tempe. ( Sutrisno Roswara,1995)

Jenis kapang yang terlibat dalam fermentasi tempe tidak memproduksi *toksin* (racun), bahkan sebaliknya dapat melindungi tempe terhadap *aflatoksin* (segolongan senyawa *toksin*) dan kapang yang memproduksinya. Kapang yang tumbuh pada kedelai menghidrolisis senyawa-senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang mudah dicerna oleh manusia. Tempe kaya akan serat pangan, kalsium, vitamin B dan zat besi. Berbagai macam kandungan dalam tempe mempunyai nilai obat, seperti antibiotika untuk menyembuhkan *infeksi dan antioksidan* pencegah penyakit *degeneratif*. Penyakit *degeneratif* merupakan penyakit yang mengiringi proses penuaan, contohnya adalah penyakit jantung, stroke, kanker, osteoporosis. ( Sutrisno Roswara,1995).

### 2.1.1 Komposisi tempe

Tabel 1. Komposisi Kimia Tempe dalam 100 g Bahan

Komponen	Jumlah
Air (g)	64
Kalori (Kkal)	149
Protein (g)	18,3
Lemak (g)	4,0
Karbohidrat (g)	12,7
Kalsium (mg)	129
Posfor (mg)	154
Zat besi (mg)	10
Vitamin A (IU)	50
Vitamin B1 (mg)	0,17

Sumber : Soedartamo dan Soeditama (1985)

### 2.1.2 Pembuatan Tempe

Terdapat berbagai metode pembuatan tempe. Namun, teknik pembuatan tempe di Indonesia secara umum terdiri dari tahapan perebusan, pengupasan, perendaman, dan pengasaman, pencucian, inokulasi dengan ragi, pembungkusan, dan fermentasi. Contohnya :

Kedelai disortir, dilakukan pencucian, direbus, dan dilakukan perendaman kemudian kedelai dikupas kulitnya, dicuci dan direbus, kembali, setelah itu didinginkan diberi ragi dibungkus dan dilakukan perendaman. (Nurhidayat, 2009)

### 2.1.3 Manfaat Tempe

Khasiat dan manfaat tempe:

- Kandungan kalsiumnya yang tinggi, dapat mencegah osteoporosis
- Protein yang terdapat dalam tempe sangat tinggi, mudah dicerna, sehingga baik untuk mengatasi diare.
- Mengandung superoksida desmutasi yang dapat mengendalikan radikal bebas, baik bagi penderita jantung.
- Penanggulangan *anemia*. *Anemia* ditandai dengan rendahnya kadar hemoglobin karena kurang tersedianya zat besi (Fe), tembaga (Cu), Seng (Zn), protein, asam folat dan vitamin B12, di mana unsur-unsur tersebut terkandung dalam tempe. Vitamin tersebut umumnya terdapat

dalam produk hewani tapi tidak dijumpai pada makanan nabati, seperti sayuran, buah-buahan, dan biji-bijian.

- e. Anti infeksi. Hasil survey menunjukkan bahwa tempe mengandung senyawa anti bakteri yang diproduksi oleh kapang tempe (*Rhizopus oligosporus*) merupakan antibiotika yang meminimalkan kejadian infeksi.
- f. Daya *hipokolesterol*. Kandungan asam lemak jenuh ganda pada tempe bersifat dapat menurunkan kadar kolesterol. Tempe mengandung saponin yaitu sterol tumbuhan yang terbukti memiliki efek menurunkan kadar kolestrol sehingga dapat menurunkan kadar Kol LDL (*Kolesterol Low Density LipoProtein*) dan kolestrol total sehingga meningkatkan kadar Kol-HDL (*Kolesterol High Density Lipoprotein*).
- g. Tempe juga berkhasiat antihemolitik yaitu mengurangi kecenderungan mudah pecahnya sel darah merah dan meningkatkan fungsi kekebalan tubuh dalam melawan infeksi.
- h. Sumber antioksidan yang mengandung isoflavon aglikon sebagai pencegah kanker.
- i. Mencegah masalah gizi ganda (akibat kekurangan gizi dan kelebihan gizi) beserta berbagai penyakit yang menyertainya baik infeksi maupun degeneratif.
- j. Mencegah timbul hipertensi
- k. Sumber vitamin B
- l. Mengandung serat tinggi
- m. Mengandung delapan macam asam amino esensial dan asam lemak tidak jenuh.
- n. Mudah dicerna semua kelompok umur ,dari bayi sampai usia lanjut.Pengelolaan kedelai mmenjadi tempe menurunkan kadar raffinosa dan stakiosa,yang memicu gejala flatulen.( Khasiat Tempe.2017)

### 2.2.1 Kalsium

Dalam system periodik kalsium merupakan unsur Golongan II A yang juga disebut alkali tanah (Ar : 40,08).

### 2.2.2 Sifat Kimia Kalsium:

- a. Logam putih perak yang agak lunak
- b. Melebur pada suhu  $845^{\circ}\text{C}$
- c. Terserang oleh oksigen atmosfer dan udara lembab (terbentuk kalsium oksida atau kalsium hidroksida)
- d. Kalsium menguraikan air dengan membentuk kalsium hidroksida dan hydrogen
- e. Membentuk kation golongan kalsium (II),  $\text{Ca}^{2+}$  dalam larutan air
- f. Garam-garamnya biasanya berupa bubuk putih dan membentuk larutan yang tidak berwarna, kecuali bila anionnya berwarna
- g. Kalsium klorida padat bersifat higroskopis dan sering digunakan sebagai zat pengering. ( Charles W. Keenan. 1984)

### 2.2.3 Sifat Fisika Kalsium

Sifat Fisika Kalsium	Jumlah
Titik leleh, C	850
Titik Didih, C	1,487
Rapatan ,g/cm <sup>3</sup>	1,55
Distribusi electron	2,8,8,2
Energi pengionan, eV	6,1
Jari-jari ion, A	1,13
Keelektronegatifan	1,0
Struktur Kristal	Fcc

sumber :L. Setiono, A Hadyana Pudjaatmaka, 1990

Kalsium merupakan unsur terbanyak kelima dan kation terbanyak dalam tubuh manusia, terdapat dalam jumlah 1,5-2% dari keseluruhan berat tubuh. Lebih dari 99% kalsium terdapat dalam tulang. Berdasarkan hasil penelitian para pakar menunjukkan bahwa dalam tubuh manusia mengandung 22 gr kalsium/kg. berat badan tanpa lemak. Dari jumlah itu sekitar 99% Ca terdapat dalam tulang dan gigi.

Tulang tidak saja berfungsi sebagai komponen struktur ataupun komponen penunjang tubuh tetapi juga merupakan jaringan fisiologis yang utama bagi pengadaan kalsium untuk *control haemostatic* (menghentikan pendarahan).

Selama hidup, tulang mengalami perubahan-perubahan melalui proses resorpsi dan pembentukan yang berlangsung terus menerus.

Tersedianya Ca dalam tubuh berasal dari beberapa bahan makanan sebagai sumbernya seperti susu, kuning telur, keju, mentega, udang, sayuran, kacang-kacangan, buah-buahan. Selanjutnya unsur disimpan dalam jaringan spons tulang. Dalam penggunaannya diatur oleh kalenjer anak gondok/*parathermon*.

Tubuh memerlukan kalsium selama hidup, terutama pada masa kanak-kanak, masa mengandung dan laktasi. Unsur ini sering kali terdapat dalam kadar yang kurang memadai dalam diri seorang. Kadar kalsium mencapai jumlah 39 % dari seluruh mineral yang ada dalam tubuh dan 99 % kalsium tersebut berada dalam jaringan keras, tulang dan gigi. Yang 1 % berada dalam darah, cairan diluar sel dan dalam sel jaringan lunak dimana kalsium mengatur berbagai fungsi metabolik yang penting. Pada anak-anak sintesis tulang lebih besar daripada destruksi tulang, sedangkan pada orang dewasa normal terdapat keseimbangan dinamik mineral kalsium antara tulang dan cairan tubuh.

Didalam tubuh orang dewasa terdapat sekitar 1.200 gr kalsium, yang hampir semuanya (99 % ) terdapat dalam skeleton. Skeleton ini terdiri dari 2 bentuk yaitu *trabekular* dan *kortikal*. Proses puncak pembentukan masa tulang terjadi hingga usia 35-40 tahun.

Sisa 1 % Ca dalam tubuh terdapat pada cairan ekstraseluler, struktur intraseluler dan membran sel. Meski dalam jumlah sedikit tapi Ca diluar tulang berperan cukup penting yaitu untuk sistem syaraf, kontraksi otot, pembekuan darah dan permeabilitas membran.(Trini Sudiarti dan Yvone M. Indrawani.2007)

### **2.3.1 Peranan dan Fungsi Kalsium**

Tersedianya kalsium dalam tubuh sangat penting. Peranan dan fungsi kalsium adalah:

a. Pembentukan tulang

Kalsium dalam tulang mempunyai dua fungsi, yaitu sebagai intergal dari struktur tulang dan sebagai tempat menyimpan kalsium. Proses pembentukan tulang dimulai pada awal perkembangan janin, dengan membentuk matriks yang kuat, tetapi masih lunak dan lentur yang merupakan cikal bakal tulang tubuh. Matriks yang merupakan sepertiga bagian dari tulang terdiri atas serabut yang

terbuat dari kolagen yang diselubungi oleh bahan gelatin. Setelah lahir matriks mulai menjadi kuat dan mengeras melalui proses klasifikasi, yaitu terbentuknya kristal mineral yang mengandung senyawa kalsium.

Kalsium dalam tubuh akan bekerja efektif setelah kulit terkena sengatan singkat radiasi sinar ultra violet-B, karena paparan sinar matahari dapat merangsang produksi vitamin D. Vitamin ini berfungsi sebagai pembuka kalsium masuk kedalam aliran darah sampai akhirnya bersatu dengan tulang. Namun pada umumnya orang menghindari sinar matahari karena takut menjadi hitam. Hal ini diduga menjadi salah satu penyebab tingginya kasus osteoporosis di Indonesia.

b. Pembentukan gigi

Mineral yang membentuk dentin dan email yang merupakan bagian tengah dan luar gigi adalah mineral yang sama dengan pembentukan tulang, yaitu *hidroksiapatit*. Namun, kristal dalam gigi lebih padat dan kadar airnya lebih rendah. Protein dalam email gigi adalah keratin, sedangkan dalam dentin adalah kolagen. Pertukaran antara kalsium gigi dengan kalsium tubuh berlangsung dengan lambat dan terbatas pada kalsium yang terdapat dalam lapisan dentin.

c. Pembekuan darah

Bila luka, ion kalsium didalam darah merangsang pembebasan fosfolipida tromboplastin dari platelet darah yang terluka. Tromboplastin ini akan mengatalis perubahan protrombin bagian darah normal menjadi trombin kemudian membantu perubahan fibrinogen, bagian lain dari darah menjadi fibrin yang merupakan gumpalan darah.

d. Katalisator reaksi-reaksi Biologik

Kalsium berfungsi sebagai katalisator berbagai reaksi biologi seperti absorpsi vitamin B12, tindakan enzim pemecah lemak, *lipase* pankreas, ekskresi insulin oleh pankreas, pembentukan darah dan pemecahan *asetilkolin*, yaitu bahan yang diperlukan dalam transmisi suatu rangsangan dari suatu serabut syaraf ke serabut syaraf lain. Kalsium yang diperlukan untuk mengkatalis reaksi-reaksi ini diambil dari persediaan kalsium dalam tubuh.

e. Kontraksi Otot

Dalam proses kontraksi otot, rangsangan yang menghasilkan kontraksi otot merupakan impuls listrik yang diangkut oleh serabut urat syaraf. Keluarnya ion kalsium menstimulasi enzim ATP-ase dalam myosin, yang mengakibatkan pecahnya ATP yang menghasilkan energi dan terbentuknya ikatan silang antara myosin dan aktin yang disebut aktomiosin dan terjadilah kontraksi. Setelah terjadi pengendoran otot, ion kalsium dipompa kembali ketempat penyimpanannya dalam sel. Pada waktu otot berkontraksi, kalsium berperan dalam interaksi protein dalam otot, yaitu aktin dan miosin. Bila kalsium dalam darah kurang, otot tidak bisa mengendur sesudah kontraksi. Tubuh akan kaku dan dapat menimbulkan kejang.(naynienay.2010)

### **2.3.2 Kelebihan dan Kekurangan Kalsium**

Meskipun kalsium sangat banyak perannya dalam menjaga kesehatan, batas konsumsinya juga harus diperhatikan. Konsumsi kalsium maksimal 2000 mg/hari. Diatas ambang batas tersebut dapat menimbulkan gangguan kesehatan yang tidak diinginkan.

Penyakit akibat kelebihan kalsium disebut juga dengan hiperkalsemia. Hiperkalsemia menyebabkan terjadinya penumpukan kalsium ditempat yang tidak seharusnya. Penumpukan kalsium dapat terjadi pada sel dan jaringan. Sel dan jaringan yang telah terklasifikasi akan menurun aktivitasnya dan dapat menyebabkan kematian sel. Tinggi kematian sel dapat menyebabkan metabolisme tubuh terganggu. Kelemahan sel kulit yang besar dapat menyebabkan keriput dan penuaan dini.

Kadar kalsium yang tinggi dalam darah atau jaringan dapat menekan produksi 1,25 dihidroksi vitamin D, yaitu hormon steroid yang terlibat dalam penyerapan kalsium. Konsumsi kalsium yang tinggi malah menurunkan penyerapannya.

Kekurangan kalsium juga tidak baik bagi penderita kanker, hal ini berhubungan dengan penurunan produksi 1,25 dihidroksi vitamin D. Penderitakanker harus melawan dan memperlambat *proliverasi* dan *diferensiasi* sel mutan sehingga pertumbuhan kanker dapat dihambat. Senyawa 1,25 dihidroksi vitamin D dapat membantu menghambat pertumbuhan sel-sel kanker, sehingga apabila produksinya menurun maka pertumbuhan sel kanker akan menjadi pesat.

Kelebihan kalsium diduga dapat menyebabkan terbentuknya batu ginjal. Kesimpulan ini diperoleh setelah adanya peneliti yang menyebutkan bahwa lebih dari 90 % batu ginjal yang dikeluarkan dapat terbentuk dari garam kalsium, seperti kalsium karbonat dan kalsium fosfat. (sehatfresh.2017)

Untuk menghindari resiko negatif akibat kelebihan konsumsi kalsium, maka konsumsilah kalsium dalam jumlah yang wajar dan dari sumber yang alami. Kadar kalsium yang alami terkandung pada bahan pangan yang dapat dikonsumsi.

Kekurangan unsur kalsium dalam persediaan di dalam tubuh dapat menimbulkan :

- a. Kerusakan pada gigi (*Kanes dentis*)
- b. Pertumbuhan tulang menjadi tidak sempurna dan dapat menimbulkan *rankitis*
- c. Apabila bagian dalam tubuh terluka maka darah akan sukar membeku sehingga pengeluaran darah bertambah
- d. Terjadinya kejang otot
- e. Riketsia pada anak-anak  
*Rickettsia* dapat menyebabkan penyakit seperti *Rocky Mountain spotted fever*, *rickettsialpox* dan *spotted fever* lain, tifus *epidemic*, dan tifus *murine* (tifus endemik). Gejala umumnya mulai dari yang ringan seperti demam dengan kulit berbintil-bintil (ruam) kemerahan, mual, muntah, nyeri perut, tekanan darah turun, hingga klinis yang lebih berat seperti peradangan otak, gagal ginjal, dan kegagalan pernapasan. Bakteri biasanya menyerang dan merusak dinding pembuluh darah sehingga terjadi kebocoran darah ke kulit yang disebut *edema*. Lama-lama terjadi volume darah berkurang, suplai darah dan nutrisi ke bagian-bagian tubuh terganggu, sehingga nantinya terjadi gangguan fungsi organ. (kerjanya. 2017)
- f. Dapat mengakibatkan osteoporosis (tulang rapuh) pada orang dewasa. (halosehat.2017)

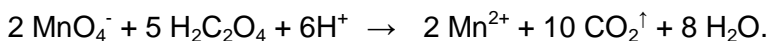
## 2.4 Penetapan Kadar Kalsium

Penetapan kadar kalsium dapat dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut yaitu:

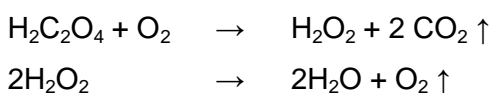
- a. Spektrometri Serapan Atom (SSA), merupakan metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas.
- b. Gravimetri merupakan salah satu metode kimia analitik untuk menentukan kuantitas suatu zat atau komponen yang telah diketahui dengan cara mengukur berat komponen dalam keadaan murni setelah melalui proses pemisahan.
- c. Permanganometri merupakan titrasi yang menggunakan Kalium permanganat sebagai titran.  
(scribd.2017)

#### 2.4.1 Titrasi Permanganometri

Titration Permanganometri adalah titration yang menggunakan Kalium permanganat sebagai titran. Reaksi oksidasi terhadap  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  berjalan lambat pada temperatur ruang. Untuk mempercepat perlu pemanasan. Untuk mempersiapkan larutan standar  $\text{KMnO}_4$  harus dihindarkan adanya  $\text{MnO}_2$ .  $\text{KMnO}_4$  dapat distandarkan terhadap  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Natrium oksalat merupakan bahan baku primer yang baik, sangat murni, stabil selama pengeringan dan tidak higroskopis. Natrium oksalat di titrasi dalam larutan asam.



Reaksi sebenarnya kompleks sekali dan berjalan lambat walaupun pada suhu tinggi. Tetapi setelah mulai, selanjutnya berlangsung lebih cepat berkat katalis oleh  $\text{Mn}^{2+}$  yang terbentuk (*autokatalisa*). Diperkirakan *autokatalisa* ini terjadi karena  $\text{Mn}^{+2}$  dengan cepat dioksidasi oleh  $\text{MnO}_4^-$  menjadi Mn bervalensi 3 atau 4. Inilah yang dengan cepat sekali mengoksidasi oksalat kembali menjadi  $\text{Mn}^{+2}$ . Sebagian kecil oksalat teroksidasi oleh udara menjadi peroksida yang kemudian dapat terurai sendiri dalam larutan yang panas.



Umumnya titrasi oksalat oleh  $\text{KMnO}_4$  berlangsung pada larutan yang sudah dipanaskan sama api bebas sekitar  $60^\circ\text{C}$ , dengan penambahan  $\text{KMnO}_4$  tidak terlalu cepat dan tidak juga terlalu lambat. Pemberian yang terlalu cepat cenderung menyebabkan reaksi antara  $\text{MnO}_4^-$  dengan  $\text{Mn}^{+2}$ . Sedangkan bila terlalu lambat mungkin terjadi kehilangan oksalat karena membentuk peroksida yang kemudian terurai menjadi air. Dalam praktek ini berarti tetes berikutnya diberikan secepat tetes sebelum lenyap. (SM Khopkar 2008).

#### **2.4.2 Destruksi Basah**

Destruksi basah adalah proses perombakan logam organik dengan menggunakan asam kuat, baik tunggal maupun campuran, kemudian dioksidasi menggunakan zat oksidator sehingga dihasilkan logam anorganik bebas. Destruksi basah sangat sesuai untuk penentuan unsur-unsur logam yang mudah menguap. Pelarut-pelarut yang dapat digunakan untuk destruksi basah adalah  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{HClO}_4$ . Pelarut-pelarut tersebut dapat digunakan secara tunggal maupun campuran. Kesempurnaan destruksi ditandai dengan diperolehnya larutan jernih pada larutan destruksi yang menunjukkan bahwa semua konstituen yang ada telah larut sempurna atau perombakan senyawa-senyawa organik telah berjalan dengan baik. Senyawa-senyawa garam yang terbentuk setelah destruksi merupakan senyawa garam yang stabil dan disimpan selama beberapa hari.

Pada umumnya pelaksanaan kerja destruksi basah dilakukan dengan menggunakan metode Kjeldhal. Metode destruksi basah lebih baik daripada cara kering karena tidak banyak bahan yang hilang dengan suhu pengabuan yang sangat tinggi. Hal ini merupakan salah satu faktor mengapa cara basah lebih sering digunakan oleh para peneliti. Di samping itu destruksi dengan cara basah biasanya dilakukan untuk memperbaiki cara kering yang biasanya memerlukan waktu yang lama. Sifat dan karakteristik asam pendestruksi yang sering digunakan antara lain:

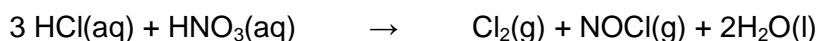
a) Asam sulfat pekat sering ditambahkan ke dalam sampel untuk mempercepat terjadinya oksidasi. Asam sulfat pekat merupakan bahan pengoksidasi yang kuat. Meskipun demikian waktu yang diperlukan untuk mendestruksi masih cukup lama.

b) Campuran asam sulfat pekat dengan kalium sulfat pekat dapat dipergunakan untuk mempercepat dekomposisi sampel. Kalium sulfat pekat akan menaikkan titik didih asam sulfat pekat sehingga dapat mempertinggi suhu destruksi sehingga proses destruksi lebih cepat.

c) Campuran asam sulfat pekat dan asam nitrat pekat banyak digunakan untuk mempercepat proses destruksi. Kedua asam ini merupakan oksidator yang kuat. Dengan penambahan oksidator ini akan menurunkan suhu destruksi sampel yaitu pada suhu  $3500^{\circ}\text{C}$ , dengan demikian komponen yang dapat menguap atau terdekomposisi pada suhu tinggi dapat dipertahankan dalam abu yang berarti penentuan kadar abu lebih baik.

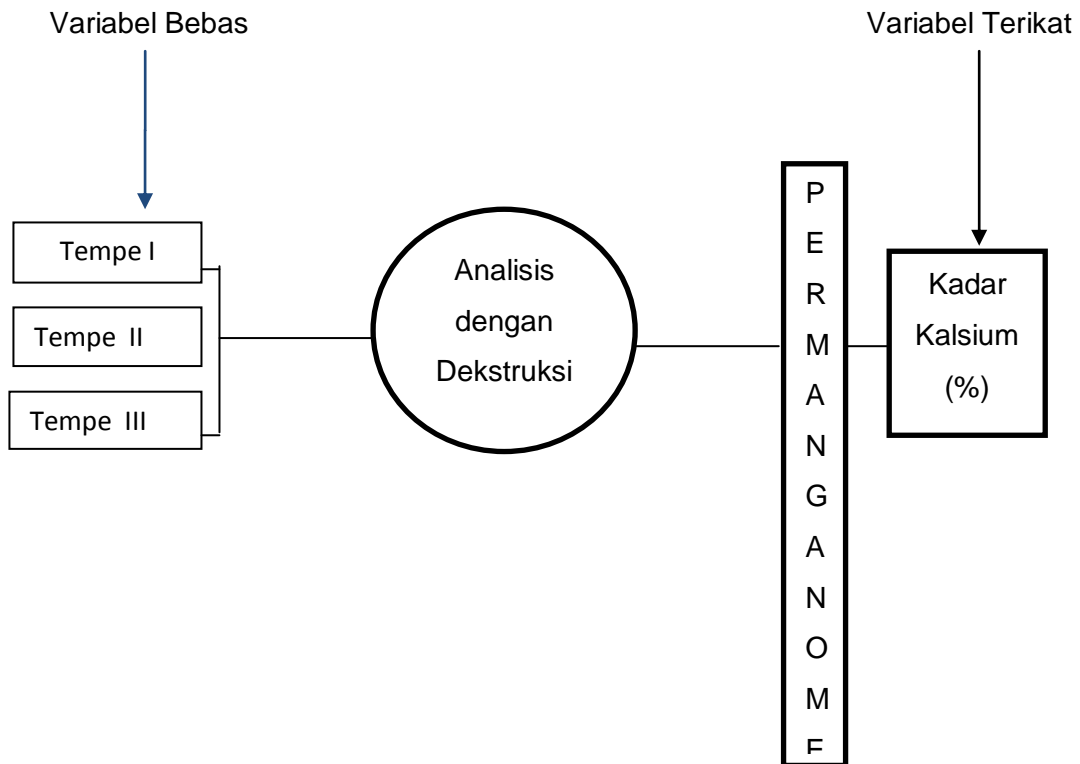
d) Asam perklorat pekat dapat digunakan untuk bahan yang sulit mengalami oksidasi, karena perklorat pekat merupakan oksidator yang sangat kuat. Kelemahan dari perklorat pekat adalah sifat mudah meledak (explosive) sehingga cukup berbahaya, dalam penggunaan harus sangat hati-hati.

e) Aqua regia yaitu campuran asam klorida pekat dan asam nitrat pekat dengan perbandingan volume 3:1 mampu melarutkan logam-logam mulia seperti emas dan platina yang tidak larut dalam HCl pekat dan  $\text{HNO}_3$  pekat. Reaksi yang terjadi jika 3 volume HCl pekat dicampur dengan 1 volume  $\text{HNO}_3$  pekat:



Gas klor ( $\text{Cl}_2$ ) dan gas nitrosil klorida ( $\text{NOCl}$ ) inilah yang mengubah logam menjadi senyawa logam klorida dan selanjutnya diubah menjadi kompleks anion yang stabil yang selanjutnya bereaksi lebih lanjut dengan  $\text{Cl}^-$ .

### 2.4.3 Kerangka Konsep



### 2.4.4 Definisi Operasional

- a. Tempe adalah bahan pangan yang terbuat dari kedelai dan juga mempunyai nilai gizi yang tinggi. Tempe dapat diperhitungkan sebagai sumber makanan yang baik gizinya, karena memiliki kandungan protein, karbohidrat, asam lemak esensial, vitamin, dan mineral.
- b. Dekstruksi Basah adalah proses perombakan logam organik dengan menggunakan asam kuat, baik tunggal maupun campuran, kemudian dioksidasi menggunakan zat oksidator sehingga dihasilkan logam anorganik bebas.
- c. Kalsium adalah merupakan unsur Golongan II A yang juga disebut alkali tanah.