

# Reduksi Kalsium Oksalat pada Umbi Porang dengan Larutan Asam

*by* Ratih Kusuma Wardani

---

**Submission date:** 12-Nov-2020 07:42PM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1476700520

**File name:** Cek\_similarity\_BUKU\_REFERENSI\_PDP\_2019.docx (129.49K)

**Word count:** 6595

**Character count:** 38721

## BAB 1

### UMBI PORANG

Umbi porang merupakan salah satu jenis tanaman dalam suku talas-talasan yang banyak tumbuh di Indonesia, khususnya di daerah Saradan Kabupaten Madiun Jawa Timur. Umbi porang ditanam dengan metode tumpang sari di bawah naungan pohon jati, mahonia atau sonokeling. Pohon-pohon tersebut diharapkan dapat menghambat masuknya sinar matahari sekitar 50-60%. Umbi porang dapat tumbuh dengan baik pada suhu udara sekitar 25-35 °C, curah hujan antara 300-400 mm per bulan dan ketinggian tempat sampai 1000 m dpl.

Umbi porang dapat dipanen bila sudah berumur dua sampai tiga tahun. Panen umbi porang biasanya dilakukan pada musim kemarau sekitar bulan Mei sampai Agustus. Umbi porang yang telah dipanen dapat diperdagangkan dalam bentuk umbi segar, *chips* kering maupun tepung porang. Umbi porang yang mendapat perlakuan pascapanen dapat meningkatkan kualitas hasil panen dan memperpanjang masa simpannya. Penyimpanan umbi porang segar disarankan tidak lebih dari dua hari karena hal tersebut dapat menurunkan viskositas senyawa mannan yang terkandung di dalamnya sampai seperlima bagian. Selain itu, masyarakat jarang mengonsumsi umbi porang secara langsung karena umbi porang mengandung senyawa kalsium oksalat yang cukup tinggi yang menyebabkan rasa sangat gatal pada tangan, bibir, lidah, mulut dan tenggorokan. Penanganan umbi porang juga harus dilakukan dengan cepat setelah proses panen.

Penanganan pascapanen umbi porang dapat dilakukan dengan mengubah umbi porang segar menjadi *chips* kering. Dari *chips* kering, dapat diolah menjadi tepung porang yang selanjutnya dapat diolah menjadi glukomanan yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi.

Umbi porang segar diubah menjadi *chips* kering melalui proses pengeringan. Proses pengeringan tersebut bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam umbi segar sehingga dapat meningkatkan stabilitas bahan pangan, menurunkan aktivitas mikroorganisme dan menghindari terjadinya reaksi fisik dan kimia selama penyimpanan segar. Proses pengeringan dapat dilakukan dengan cara mengeringkan *chips* porang basah baik secara langsung di bawah sinar

matahari maupun menggunakan oven dimana tiap metode tersebut memiliki kelemahan dan kelebihan masing-masing.

Di desa Klangon Saradan Madiun, proses pengeringan umbi porang dilakukan secara alami (di bawah sinar matahari secara langsung). Cara pengeringan ini dipilih karena biaya yang dibutuhkan relatif murah. Proses pengeringan dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama, pengeringan dilakukan di atas widig atau anyaman bambu selama 2-3 hari. Tahap kedua, pengeringan dilakukan di atas lantai semen selama 2-3 hari sampai didapatkan *chips* kering yang terlihat dengan mudah patahnya *chips* kering tersebut dan permukaan hasil patahan *chips* kering tersebut berwarna putih merata. Proses pengeringan umbi porang secara alami membutuhkan waktu yang cukup lama. Proses pengeringan umbi porang menggunakan pengering buatan dilakukan pada suhu  $\pm 50^{\circ}\text{C}$  membutuhkan waktu yang lebih singkat yakni sekitar 24 jam. *Chips* kering porang yang baik memiliki kadar air  $\leq 12\%$  sesuai dengan SNI 01-1680-1989.

Selain suhu pengeringan, tebal irisan *chips* juga berpengaruh terhadap lama waktu pengeringan. *Chips* porang pada umumnya diiris dengan tebal sekitar 5-10 mm. Bila tebal irisan kurang dari 5 mm, dikhawatirkan *chips* akan lengket pada tempat pengering dan menyulitkan proses pengambilan *chips* kering. Bila tebal irisan lebih dari 10 mm, proses pengeringan akan berlangsung lebih lama dan dikhawatirkan dapat menurunkan mutu *chips* kering tersebut.

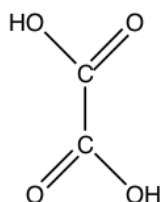
Sebelum proses pengeringan, dapat dilakukan perlakuan pendahuluan yang bertujuan untuk menurunkan kadar kalsium oksalat namun tetap mempertahankan kadar glukomanan. Perlakuan pendahuluan yang umum dilakukan yakni merendam *chips* porang basah dalam air namun perlakuan tersebut dapat menyebabkan *chips* kering berwarna kecoklatan dan menurunkan kualitas dari *chips* kering. Perendaman *chips* basah dapat dilakukan dalam larutan asam atau garam dapur untuk mengurangi kadar kalsium oksalat namun tidak menyebabkan warna kecoklatan pada *chips* kering.

## **BAB 2**

### **KALSIUM OKSALAT**

#### **A. Sifat kimia dan fisika dari senyawa oksalat**

Asam oksalat merupakan senyawa asam golongan asam karboksilat yang mempunyai dua gugus karboksil ( $\text{COO}^-$ ) dengan rumus molekul  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Asam oksalat merupakan asam organik yang relatif kuat, 10.000 kali lebih kuat dari asam asetat. Asam oksalat mempunyai nama IUPAC (Union of Pure and Applied Chemistry) asam etanadioat.



Gambar 1. Rumus molekul asam oksalat

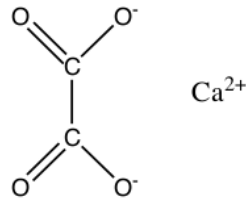
Asam oksalat, bila dilarutkan dalam air, akan mengalami disosiasi dan melepas dua ion  $\text{H}^+$ . Asam oksalat merupakan asam lemah, dimana asam lemah akan mengalami disosiasi sebagian dengan derajat disosiasi kurang dari nol ( $\alpha < 0$ ).

Asam oksalat mudah larut dalam air dengan kelarutan 111g/L pada suhu  $20^\circ\text{C}$ . Semua senyawa garam oksalat tidak larut dalam air kecuali garam oksalat dari logam alkali (Li, Na, K, Rb) dan besi(II). Senyawa garam oksalat yang tidak larut dalam air, dapat larut dalam asam-asam encer dan beberapa senyawa dapat larut dalam larutan asam oksalat pekat membentuk senyawa oksalat asam atau oksalat kompleks yang larut. Padatan asam oksalat berbentuk kristalin, tak berwarna, tak berbau, berada dalam kondisi hidrat ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) dengan berat molekul (BM) 126,04 g/mol dan akan menjadi anhidrat, dengan berat molekul 90,04 g/mol, bila dipanaskan sampai suhu  $110^\circ\text{C}$ .

Asam oksalat bila direaksikan dengan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) pekat akan terurai menjadi karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Hal tersebut dapat dibuktikan dengan mengalirkan gas hasil reaksi tersebut ke dalam air kapur, dimana air kapur tersebut akan menjadi keruh. Bila asam oksalat direaksikan dengan asam sulfat encer, hasil reaksi tersebut tidak dapat teramati dengan jelas.

Asam oksalat juga dapat bereaksi dengan senyawa kalsium klorida membentuk kalsium oksalat ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) dalam kondisi pH netral. Senyawa kalsium oksalat merupakan garam oksalat

yang paling sukar larut dalam air. Kalsium oksalat memiliki kelarutan dalam air sebesar 0,0067 g/L pada suhu 13 °C. Kalsium oksalat juga sukar larut dalam asam asetat encer, asam oksalat dan dalam larutan amonium oksalat namun mudah larut dalam asam klorida (HCl) encer dan asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) encer.



Gambar 2. Rumus molekul kalsium oksalat

## B. Senyawa oksalat pada umbi

Beberapa jenis umbi-umbian mengandung senyawa oksalat diantaranya umbi suweg, umbi talas, umbi senthe, umbi kimpul dan umbi porang. Senyawa oksalat pada tanaman tersimpan di dalam cairan sel tanaman baik dalam bentuk asam oksalat maupun kalsium oksalat. Adanya senyawa oksalat dalam umbi-umbian tersebut menyebabkan rasa gatal pada telapak tangan saat mengupasnya dan gatal pada mulut, lidah dan tenggorokan saat mengkonsumsinya. Hal tersebut dikarenakan tusukan oleh jarum-jarum kristal kalsium oksalat yang terbungkus dalam kapsul transparan yang berisi cairan. Kapsul transparan tersebut dinamakan rafid. Rafid-rafid tersebut berada pada dinding pemisah antara dua vakuola pada jaringan umbi. Jika umbi dikupas atau dipotong, maka akan terjadi perbedaan tegangan antar vakuola sehingga menyebabkan dinding rafid pecah dan kristal kalsium oksalat keluar dari dalam rafid ke permukaan. Kristal kalsium oksalat yang keluar akan menusuk ke kulit dan menyebabkan timbulnya rasa gatal pada kulit tangan, mulut, lidah dan tenggorokan. Rafid berbentuk bulat, panjang dan kedua ujungnya agak melancip dengan ukuran panjang sekitar 0,12 mm. Dalam satu cm<sup>2</sup> umbi kurang lebih mengandung 2 – 3 batang rafid dan tiap rafid berisi sekitar 15 – 20 jarum kristal kalsium oksalat.

Kristal kalsium oksalat pada tanaman merupakan produk buangan dari metabolisme sel yang sudah tidak digunakan lagi oleh tanaman. Banyaknya senyawa asam oksalat yang tidak aktif dalam tanaman berfungsi untuk membantu tanaman dari kelebihan ion kalsium sehingga

terbentuklah kristal kalsium oksalat. Kristal kalsium oksalat dalam umbi dapat dihilangkan dengan beberapa langkah sederhana diantaranya melalui proses perebusan dan pengeringan. Kristal kalsium oksalat juga dapat dihilangkan dengan pencucian dan perendaman beberapa kali secara tepat. Berdasarkan sifat senyawa kalsium oksalat yang telah dipaparkan sebelumnya, tidak larut dalam air dan larut dalam asam-asam encer, sebaiknya pencucian dan perendaman umbi dilakukan dalam senyawa asam agar senyawa kalsium oksalat dapat dihilangkan dengan optimal. Pencucian dengan air biasa hanya dapat melarutkan senyawa asam oksalat namun tidak dengan senyawa kalsium oksalat. Proses pemasakan umbi juga dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk menghilangkan kalsium oksalat. Proses pemasakan yang sempurna akan menghancurkan dan melepaskan rafid.

### BAB 3

#### UPAYA PENURUNAN KADAR KALSIMUM OKSALAT PADA UMBI-UMBIAN

##### A. METODE BALL MILL

Penepungan dengan metode *ball mill* merupakan salah satu upaya dalam menurunkan kadar oksalat pada tepung porang. Pada metode ini, *chips* kering porang ditumbuk dalam tabung silinder tertutup sehingga kristal kalsium oksalat pada tepung porang akan terlepas dari granula tepung, namun tetap berada pada tepung yang telah digiling. Penggilingan dengan metode *ball mill*, menggunakan bola penumbuk dengan 3 variasi ukuran yakni ukuran kecil, sedang dan besar. Rasio ukuran bola penumbuk yang digunakan yakni 4:2:1 untuk ukuran kecil:sedang:besar. Lama waktu penumbukan juga berpengaruh terhadap penurunan kadar oksalat pada tepung porang. Semakin lama waktu penumbukan, semakin kecil ukuran partikel tepung yang dihasilkan dan semakin rendah kadar oksalat pada tepung tersebut. Kadar oksalat pada tepung porang setelah penumbukan dengan metode *ball mill* berkisar antara 0,89 – 10,53%.

##### B. METODE STAMP MILL

Selain dengan metode *ball mill*, penepungan juga dapat dilakukan dengan metode *stamp mill* sebagai salah satu upaya penurunan kadar oksalat pada tepung porang dengan



*stamp mill*. Metode *stamp mill* menggunakan penumbuk dengan berat 7 kg dengan frekuensi penumbukan sebanyak 84 kali tumbukan per menit. Waktu penumbukan pun dibuat bervariasi yakni 0, 3, 6, 9, 12 dan 15 jam. Keunggulan penumbukan dengan metode *stamp mill* yakni pemberian hembusan *blower* selama proses penepungan sehingga diperoleh fraksi berat dan fraksi ringan. Glukomanan dalam tepung porang termasuk ke dalam fraksi berat karena memiliki berat molekul yang lebih besar sedangkan kristal kalsium oksalat termasuk ke dalam fraksi ringan karena memiliki berat molekul yang lebih ringan. Dengan adanya hembusan angin dari *blower* tersebut, fraksi ringan akan terhembus keluar sehingga mengefektifkan proses penurunan kadar oksalat pada tepung bila dibandingkan dengan metode *ball mill*.

Kadar kalsium oksalat pada tepung porang menurun seiring dengan lama penumbukan. Penurunan kadar kalsium oksalat pada tepung porang terjadi secara cepat pada lama penumbukan tiga sampai sembilan jam dan pada jam ke 12 dan 15 penurunan terjadi secara perlahan dan cenderung stabil. Hal tersebut dikarenakan ukuran partikel tepung mulai mengecil sehingga kristal kalsium oksalat yang menyelimuti kantung glukomanan mulai rapuh dan terpisah dari kantung glukomanan. Massa *chips* kering porang yang ditumbuk juga mempengaruhi penurunan kadar oksalat pada tepung porang. Semakin besar massa *chips* kering porang yang ditumbuk, semakin kecil pula penurunan kadar oksalatnya. Kadar oksalat pada tepung porang setelah ditumbuk dengan metode *stamp mill* memiliki hasil yang lebih baik daripada dengan metode *ball mill* yakni sebesar 0,095 – 6,022%.

### C. PENCUCIAN DENGAN LARUTAN ETANOL

Pencucian bertingkat pada tepung porang menggunakan larutan etanol merupakan upaya lain yang digunakan untuk menurunkan kadar oksalat pada tepung porang. Pencucian bertingkat dapat dilakukan dengan konsentrasi larutan etanol sebesar 40, 60 dan 80% dengan lama kontak pencucian selama 2, 3 dan 4 jam. Etanol dipilih sebagai larutan pencuci karena etanol merupakan pelarut organik yang bersifat *water miscible* atau dapat bercampur dengan air. Pelarut yang bersifat *water miscible* tidak menyebabkan tepung porang mengembang selama proses perendaman atau pencucian. Selain itu, etanol bersifat *volatile* (mudah menguap), tidak berwarna dan tidak bersifat racun bagi tubuh.

Perlakuan pencucian tingkat 3 (dicuci dengan etanol 40, 60 dan 80%) memiliki kadar kalsium oksalat paling kecil dibandingkan dengan perlakuan pencucian tingkat 2 (dicuci dengan etanol 40 dan 60%) dan tingkat 1 (dicuci dengan etanol 40%). Hal tersebut dikarenakan perlakuan pencucian tingkat 3 menggunakan larutan etanol dengan volume paling banyak, yakni 600 mL. Semakin banyak jumlah pelarut dalam suatu larutan, maka jumlah padatan yang akan terlarut juga semakin banyak karena <sup>4</sup> distribusi partikel semakin menyebar sehingga akan memperluas permukaan kontak antara zat terlarut dan pelarut. Adanya penggantian pelarut sebanyak tiga kali pada perlakuan pencucian tingkat 3 dapat mencegah penjuanan larutan sehingga senyawa kalsium oksalat pada tepung porang yang akan terlarut juga semakin banyak.

Perlakuan pengadukan pada proses pencucian juga memberi pengaruh terhadap penurunan kadar oksalat pada tepung porang. Hal tersebut dikarenakan kristal kalsium oksalat akan mudah terlepas dari permukaan granula glukomanan dan larut dalam pelarut etanol. <sup>2</sup> Kadar kalsium oksalat pada tepung porang setelah perlakuan pencucian bertingkat dengan larutan etanol berkisar antara 0,19 – 1,28%, dengan perlakuan terbaik pada pencucian tingkat 3 dan lama kontak 4 jam.

Perlakuan pencucian bertingkat tidak hanya memberi pengaruh pada penurunan kadar oksalat pada tepung porang tetapi juga berpengaruh terhadap kandungan glukomanan pada tepung porang. Kandungan glukomanan terbesar didapatkan pada tepung porang yang telah dicuci dengan etanol sebanyak 3 tingkat, yakni sebesar 72,17%. Hal tersebut dikarenakan terjadi penurunan kadar komponen pengotor seperti pati, protein, lemak, oksalat dan abu pada tepung porang. Etanol merupakan senyawa organik yang bersifat polar namun kepolaran etanol menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi etanol. Etanol 80% memiliki sifat yang lebih non polar bila dibandingkan dengan etanol 40 dan 60%. Perbedaan kepolaran pelarut etanol yang digunakan pada proses pencucian bertingkat menyebabkan etanol tidak hanya mampu melarutkan pengotor yang bersifat polar tetapi juga pengotor yang bersifat non polar. Etanol mampu melarutkan lemak, minyak, karbohidrat dan senyawa organik lainnya yang bersifat non polar. Etanol juga mampu melarutkan senyawa anorganik seperti oksalat dan abu yang terdapat pada tepung porang.



#### D. PERENDAMAN DALAM LARUTAN ASAM ASETAT

Upaya penurunan kadar kalsium oksalat pada umbi tidak hanya dapat dilakukan secara mekanis saja tetapi juga dapat dilakukan dengan cara kimiawi. Metode penurunan kadar oksalat pada umbi dengan cara kimiawi salah satunya dengan cara perendaman dalam larutan asam asetat. Umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) merupakan salah satu umbi yang mengandung senyawa oksalat. Penelitian mengenai reduksi kadar senyawa oksalat pada umbi kimpul telah dilakukan sebelumnya. Umbi kimpul direndam dalam larutan asam asetat (asam cuka) dengan konsentrasi 10, 15 dan 20% dengan lama perendaman 10, 20 dan 30 menit. Larutan asam asetat merupakan asam lemah yang dapat melarutkan senyawa kalsium oksalat. Perlakuan perendaman terbaik pada konsentrasi asam asetat 20% dengan lama waktu 30 menit, dapat menurunkan kadar kalsium oksalat pada umbi kimpul sebesar 66%. Konsentrasi asam asetat 20% memiliki pH larutan yang lebih rendah dibandingkan asam asetat 10 dan 15%. Jika semakin rendah pH larutan (semakin asam suatu larutan) maka semakin mudah mengubah senyawa kalsium oksalat yang bersifat tidak larut air menjadi senyawa asam oksalat yang larut air sehingga senyawa oksalat pada umbi kimpul ikut terbuang bersama air rendaman.

#### E. PERENDAMAN DALAM LARUTAN ASAM SITRAT DAN JERUK NIPIS

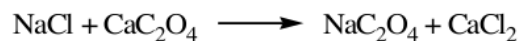
Selain umbi porang dan umbi kimpul, umbi talas dan umbi walur juga mengandung kalsium oksalat yang dapat mengganggu kesehatan bila mengkonsumsinya dalam jumlah yang cukup banyak. Larutan asam sitrat dan jeruk nipis dapat digunakan untuk menurunkan kadar kalsium oksalat pada umbi. Umbi walur (*Amorphophallus campanulatus* (Roxb.) yang telah direndam dengan air perasan jeruk nipis 1% dan dicuci dengan air kapur sirih, mampu menurunkan kadar kalsium oksalat sebesar 61,82%. Air perasan jeruk nipis 1% lebih mampu menurunkan kadar oksalat pada umbi dibandingkan larutan HCl 0,01 N. Umbi walur yang telah direndam dengan larutan HCl 0,01 N dan dicuci dengan larutan NaOH 0,01 N mengalami penurunan kadar oksalat hanya sebesar 34,16%. Hal tersebut dikarenakan air perasan jeruk nipis mengandung asam organik, seperti asam sitrat dan asam askorbat, yang mampu

menembus dinding sel idioblast dimana kristal kalsium oksalat tersimpan. Kristal kalsium oksalat akan terdesak keluar sel dan terlarut dalam larutan perendam yang bersifat asam. Perlakuan pencucian dengan senyawa basa untuk menetralkan rasa asam yang mungkin timbul akibat perendaman dalam larutan asam.

Perendaman dengan larutan asam sitrat dan air perasan jeruk nipis juga telah dilakukan sebagai upaya penurunan kadar kalsium oksalat pada umbi talas. Umbi talas direndam dalam larutan asam sitrat dan air perasan jeruk nipis dengan konsentrasi 1, 5 dan 10%. Larutan asam sitrat dan air perasan jeruk nipis dengan konsentrasi 5% memberikan hasil terbaik. Larutan asam sitrat 5% mampu menurunkan kadar oksalat pada umbi talas sebesar 41,74% dan air perasan jeruk nipis 5% mampu menurunkan kadar oksalat pada umbi talas sebesar 47,67%. Air perasan jeruk nipis dapat menurunkan kadar oksalat pada umbi talas lebih baik daripada asam sitrat. Hal tersebut dikarenakan pada air perasan jeruk nipis banyak mengandung senyawa asam organik, diantaranya asam sitrat dan asam askorbat, yang dapat mengoptimalkan penurunan senyawa oksalat pada umbi talas.

#### F. PERENDAMAN DALAM LARUTAN GARAM DAPUR

Penurunan kadar oksalat pada umbi melalui metode perendaman tidak hanya dapat dilakukan dalam larutan asam tetapi juga dalam larutan garam, yakni garam dapur (NaCl). Senyawa NaCl dalam larutan dapat mengalami ionisasi menjadi ion  $\text{Na}^+$  dan ion  $\text{Cl}^-$ . Ion  $\text{Na}^+$  dalam larutan dapat berikatan dengan ion oksalat ( $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ) dari senyawa kalsium oksalat membentuk senyawa natrium oksalat ( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) dan kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) yang mudah larut air, sehingga ion oksalat dapat ikut terbuang bersama air bekas rendaman. Persamaan reaksi antara garam dapur dan kalsium oksalat adalah sebagai berikut :



Dalam proses perendaman umbi porang dalam larutan garam dapur terjadi proses osmosis. Osmosis adalah perpindahan pelarut dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah melalui membran semipermeable. Proses osmosis dapat terjadi karena adanya tekanan air terhadap dinding sel umbi sehingga kristal kalsium oksalat yang berbentuk jarum akan keluar

selama proses perendaman. Perendaman dilakukan dengan variasi konsentrasi larutan NaCl 2 – 8% dengan waktu perendaman antara 5 sampai 30 menit. Hasil optimal didapatkan pada variasi konsentrasi NaCl 8% selama 30 menit. Dengan perlakuan tersebut, kadar oksalat pada umbi porang dapat turun dari 6,05% menjadi 0,65%.

## BAB 4

### TITRASI PERMANGANOMETRI

#### C. Titrimetri

Analisis titrimetri adalah suatu analisis kuantitatif berdasarkan reaksi yang terjadi secara kuantitatif antara larutan zat uji dengan larutan pereaksi. Larutan pereaksi telah diketahui dan/atau dapat diketahui konsentrasinya dengan teliti. Larutan pereaksi tersebut dinamakan larutan baku. Larutan baku terdiri dari dua macam yakni larutan baku primer dan sekunder. Analisis titrimetri menggunakan seperangkat alat titrasi yang terdiri dari buret dan erlenmeyer. Buret digunakan untuk meletakkan larutan baku sekunder, sedangkan erlenmeyer digunakan untuk meletakkan larutan baku primer dan/atau larutan uji.

Analisis kuantitatif dengan metode titrimetri dapat dilakukan apabila reaksi yang terjadi pada proses titrasi dapat berlangsung cepat sehingga tidak membutuhkan waktu titrasi yang relatif lama. Reaksi tersebut juga harus sederhana dan dapat diketahui dengan pasti kesetaraannya secara stoikiometri. Larutan baku yang digunakan mudah didapatkan dan diaplikasikan serta stabil dalam proses penyimpanan.

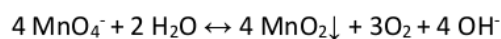
Larutan baku sekunder adalah suatu larutan yang konsentrasinya dapat diketahui melalui proses pembakuan. Proses pembakuan membutuhkan larutan baku primer yang telah diketahui konsentrasinya melalui proses penimbangan zat dengan teliti. Suatu zat dapat digunakan sebagai baku primer bila mudah didapatkan, murni atau mudah dimurnikan, dimana memiliki kemurnian mendekati 100%. Syarat zat baku primer yang kedua yakni tidak bersifat higroskopis atau dipengaruhi oleh udara. Reaksi yang terjadi antara larutan baku primer dan sekunder harus stoikiometrik sehingga dapat dicapai dasar perhitungannya. Zat baku primer sebaiknya dipilih dalam bentuk anhidrat dan memiliki berat molekul (BM) yang tinggi, sehingga dapat menghindari kesalahan penimbangan.

#### D. Titrasi Permanganometri

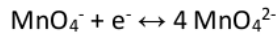
Titration permanganometri merupakan suatu metode analisis kuantitatif dengan prinsip reaksi reduksi-oksidasi (redoks). <sup>3</sup> Reaksi reduksi merupakan reaksi kimia yang disertai penurunan bilangan oksidasi (biloks) suatu atom dalam molekul atau ion. Reaksi reduksi juga dapat didefinisikan sebagai reaksi kimia dari suatu molekul atau ion yang disertai dengan penangkapan elektron. Sebaliknya, reaksi oksidasi merupakan reaksi kimia yang disertai kenaikan biloks atau pelepasan elektron suatu atom dalam molekul atau ion.

Dalam titration permanganometri, larutan baku sekunder yang digunakan adalah kalium permanganat yang dapat dibakukan dengan asam oksalat atau natrium oksalat. Kalium permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) merupakan oksidator kuat karena atom Mn dalam  $\text{KMnO}_4$  memiliki bilangan oksidasi tertinggi yakni +7, dimana senyawa tersebut tidak dapat mengalami oksidasi lagi dan hanya dapat mengalami reaksi reduksi.

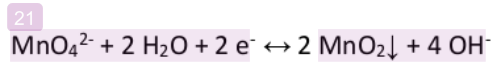
Larutan kalium permanganat dapat dibuat dengan cara melarutkan sejumlah kalium permanganat dengan akuades secukupnya kemudian larutan dipanaskan hingga mendidih 15 menit. Pemanasan tersebut berfungsi untuk menyempurnakan proses pelarutan kalium permanganat. Setelah dipanaskan, larutan tersebut didinginkan pada suhu kamar dan didiamkan selama 24 jam. Tujuan dari larutan didiamkan selama 24 jam yakni untuk menyempurnakan proses peruraian yang mungkin terjadi. Sebelum menggunakan larutan  $\text{KMnO}_4$  tersebut, perlu dilakukan penyaringan untuk memisahkan endapan  $\text{MnO}_2$  yang terbentuk. Pelarut akuades yang digunakan <sup>3</sup> umumnya mengandung zat-zat organik yang dapat mereduksi  $\text{KMnO}_4$  menjadi  $\text{MnO}_2$ , sehingga sering terjadi peruraian sendiri dalam proses penyimpanan, sesuai dengan persamaan reaksi berikut.



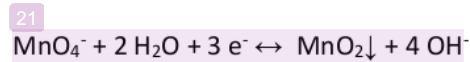
Reaksi reduksi senyawa kalium permanganat dapat menghasilkan produk yang berbeda-beda bergantung pada pH atau suasana larutan. Bila reaksi redoks berjalan dalam suasana basa, akan ada dua kemungkinan reaksi yang terjadi sesuai dengan persamaan berikut.



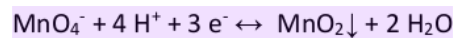
Reaksi di atas berjalan relatif cepat dan reaksi di bawah ini berjalan relatif lambat.



Selain itu, ion permanganat dalam keadaan basa akan mengalami reaksi reduksi dan membentuk senyawa mangan dioksida sesuai dengan persamaan reaksi berikut.

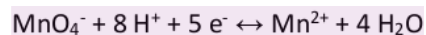


Bila reaksi redoks berjalan dalam suasana netral (pH 4 – 10), akan terbentuk endapan  $\text{MnO}_2$ , sesuai dengan persamaan reaksi berikut.



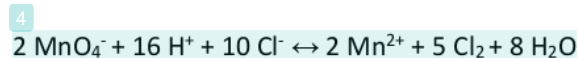
Reaksi redoks yang terjadi pada suasana basa atau netral tidak memberikan hasil yang optimal karena pada suasana tersebut ion permanganat ( $\text{MnO}_4^-$ ) mengalami reduksi membentuk endapan  $\text{MnO}_2$  yang dapat mengganggu penentuan titik akhir titrasi selama analisis berlangsung. Selain itu, endapan  $\text{MnO}_2$  dapat menjadi katalis untuk membentuk endapan  $\text{MnO}_2$  lebih banyak lagi. Keberadaan endapan  $\text{MnO}_2$  dalam proses penyimpanan dan analisis sangat dihindari untuk mendapat hasil analisis yang optimal.

Pada suasana asam, reaksi reduksi ion permanganat tidak membentuk endapan  $\text{MnO}_2$  melainkan akan mengalami perubahan bilangan oksidasi sebanyak -5 membentuk ion  $\text{Mn}^{2+}$ , sesuai dengan persamaan berikut.

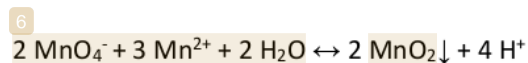


Asam kuat yang baik digunakan dalam analisis dengan metode titrasi permanganometri adalah asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Penambahan asam sulfat bertujuan untuk memberikan ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ) dengan konsentrasi yang tetap selama proses titrasi. Dari reaksi di atas dapat diketahui bahwa untuk mereduksi 1 mol ion permanganat membutuhkan 8 mol ion hidrogen.

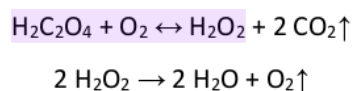
Bila menggunakan asam klorida ( $\text{HCl}$ ) sebagai pemberi suasana asam, akan terjadi kemungkinan reaksi redoks dengan ion  $\text{Cl}^-$  dari  $\text{HCl}$ . Dari reaksi redoks tersebut akan menghasilkan senyawa klorin ( $\text{Cl}_2$ ), sehingga ion permanganat dalam larutan baku tidak hanya digunakan untuk bereaksi dengan larutan uji tetapi juga bereaksi dengan ion klorin dan akan membuat hasil analisis menjadi tidak kuantitatif. Reaksi redoks antara ion permanganat dengan ion klorin sesuai dengan persamaan reaksi berikut.



Umumnya titrasi permanganometri dilakukan pada suhu  $60 - 70^\circ\text{C}$  karena reaksi redoks antara larutan baku sekunder dan larutan uji akan berlangsung lambat pada suhu kamar. Selain suhu, penambahan larutan baku sekunder dalam larutan uji tidak boleh dilakukan terlalu lambat atau terlalu cepat. Penambahan larutan baku sekunder yang terlalu cepat dapat menyebabkan terjadinya reaksi antara ion permanganat dengan ion  $\text{Mn}^{2+}$  membentuk endapan  $\text{MnO}_2$  dan sesuai dengan pemaparan yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa endapan  $\text{MnO}_2$  sangat dihindari dalam proses titrasi karena akan membentuk endapan  $\text{MnO}_2$  yang lebih banyak lagi sehingga akan mengganggu pengamatan titik akhir titrasi.



Bila penambahan larutan baku sekunder terlalu lambat maka akan terjadi proses peruraian ion oksalat menjadi peroksida yang kemudian terurai menjadi air sesuai persamaan berikut.



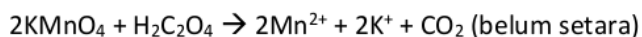


## BAB 5

### PERSAMAAN REAKSI REDUKSI DAN OKSIDASI (REDOKS)

#### E. Metode Bilangan Oksidasi

Berdasarkan bilangan oksidasinya, reaksi reduksi-oksidasi (redoks) dapat didefinisikan sebagai suatu reaksi yang di dalamnya terjadi kenaikan dan penurunan bilangan oksidasi (biloks). Reaksi oksidasi merupakan suatu reaksi dari suatu senyawa yang mengalami kenaikan bilangan oksidasi sedangkan reaksi reduksi merupakan suatu reaksi dari suatu senyawa yang mengalami penurunan bilangan oksidasi. Reaksi redoks berjalan secara spontan dan bersamaan. Saat terjadi reaksi reduksi, saat itu pula terjadi reaksi oksidasi. Saat melakukan analisis dengan metode titrasi permanganometri, terjadi reaksi redoks antara senyawa kalium permanganat dan asam oksalat, sesuai dengan persamaan berikut.



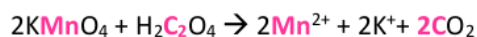
Ada beberapa tahap untuk menyetarakan persamaan reaksi di atas, yakni:

##### 3 1. Menentukan unsur yang mengalami perubahan bilangan oksidasi

Dari persamaan di atas, senyawa yang mengalami perubahan bilangan oksidasi yaitu  $\text{KMnO}_4$  (kalium permanganat) dan  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  (asam oksalat), dimana  $\text{KMnO}_4$  mengalami penurunan bilangan oksidasi dari +7 menjadi +2 dan  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  mengalami kenaikan bilangan oksidasi dari +3 menjadi +4.

##### 26 2. Menyetarakan unsur yang mengalami perubahan bilangan oksidasi

Pada senyawa  $\text{KMnO}_4$ , unsur yang mengalami penurunan bilangan oksidasi yaitu **Mn**. Pada senyawa  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  unsur yang mengalami kenaikan bilangan oksidasi yaitu **C**. Jumlah unsur Mn dan C pada sisi kiri harus sama dengan jumlah pada sisi kanan.





asam) atau ion  $\text{OH}^-$  (bila reaksi terjadi pada suasana basa)

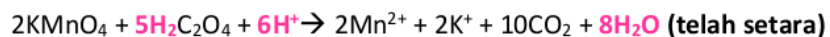
$$\text{2KMnO}_4 + \text{5H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{6H}^+ \rightarrow \text{2Mn}^{2+} + \text{2K}^+ + \text{10CO}_2$$

0 (nol)

+6

6. Menyetarakan jumlah atom H dengan menambahkan senyawa  $H_2O$ .

Persamaan reaksi pada nomor 5, atom H pada sisi kiri sejumlah 16. Untuk menyetarakan jumlah atom H, pada sisi kanan perlu ditambahkan molekul H<sub>2</sub>O sebanyak 8 molekul agar jumlah atom H pada sisi kiri dan kanan sama yakni 16.



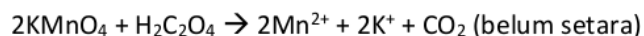
#### F. Metode Setengah Reaksi

Berdasarkan perubahan elektron, reaksi reduksi-oksidasi (redoks) dapat didefinisikan sebagai suatu reaksi yang di dalamnya terjadi penangkapan dan pelepasan elektron. Reaksi oksidasi merupakan suatu reaksi dari suatu molekul atau ion molekul yang melepas elektron sedangkan reaksi reduksi merupakan suatu reaksi dari suatu molekul atau ion molekul yang menangkap elektron.

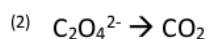
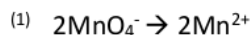
Reaksi redoks antara kalium permanganat dan asam oksalat yang terjadi dalam titrasi permanganometri dapat disetarakan dengan metode setengah reaksi melalui beberapa tahap, yakni:

##### 1. Menentukan molekul atau ion molekul yang mengalami reaksi reduksi dan/atau oksidasi

Reaksi redoks yang terjadi pada titrasi permanganometri sesuai dengan persamaan berikut.

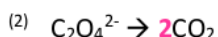
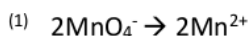


Reaksi tersebut dapat diubah menjadi dua persamaan setengah reaksi yakni persamaan reaksi oksidasi dan reduksi. Persamaan setengah reaksi dipisahkan sesuai dengan molekul atau ion molekul yang memiliki satu unsur yang sama, seperti contoh berikut.



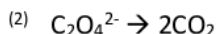
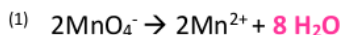
##### 2. Menyetarakan unsur dalam molekul atau ion molekul yang mengalami reaksi reduksi dan/atau oksidasi

Pada persamaan (1) jumlah unsur Mn sudah setara namun persamaan (2) jumlah unsur C belum setara sehingga perlu disetarakan dengan mengubah koefisien  $\text{CO}_2$  menjadi dua (2).



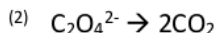
### 3. Menambahkan molekul air ( $\text{H}_2\text{O}$ )

Jika reaksi redoks berjalan pada suasana asam maka molekul air ditambahkan pada sisi yang kekurangan unsur oksigen (O). Jika reaksi redoks berjalan pada suasana basa maka molekul air ditambahkan pada sisi yang kelebihan unsur oksigen (O). Titrasi permanganometri berjalan pada suasana asam, sehingga pada persamaan (1) molekul air ditambahkan pada sisi kanan. Pada persamaan (1) jumlah unsur oksigen (O) pada sisi kiri berjumlah delapan, sehingga pada sisi kanan perlu ditambahkan molekul air sebanyak 8 molekul. Pada persamaan (2), jumlah unsur oksigen sudah setara sehingga tidak perlu penambahan molekul air.

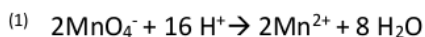


### 4. Menyetarakan jumlah unsur hidrogen (H) dengan menambahkan ion $\text{H}^+$ atau $\text{OH}^-$

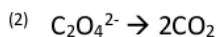
Jika reaksi redoks berjalan pada suasana asam maka jumlah unsur hidrogen disetarakan dengan menambahkan ion  $\text{H}^+$ . Jika reaksi redoks berjalan pada suasana basa maka jumlah unsur hidrogen disetarakan dengan menambahkan ion  $\text{OH}^-$ . Pada persamaan (1), perlu menambahkan 16 ion  $\text{H}^+$  pada sisi kiri agar jumlah unsur hidrogen pada sisi kiri dan kanan setara. Pada persamaan (2), tidak ada unsur hidrogen yang terlibat dalam reaksi.



### 5. Menyetarakan muatan dengan menambahkan elektron



$$(-2) + 16 = +14 \quad +4$$



$$-2 \quad 0$$

Pada persamaan (1), sisi kiri bermuatan +14 sedangkan sisi kanan bermuatan +4 sehingga pada sisi kiri perlu ditambahkan elektron sebanyak 10 molekul. Pada persamaan (2), sisi kiri bermuatan -2 sedangkan sisi kanan bermuatan 0 sehingga perlu ditambahkan elektron sebanyak 2 molekul pada sisi kanan.

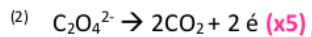
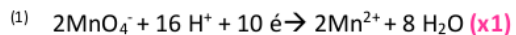


$$(-2) + 16 + (-10) = +4 \quad +4$$

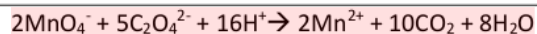
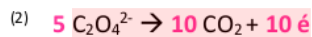
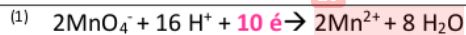


$$-2 \quad -2$$

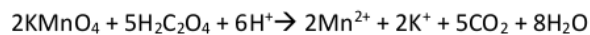
Jumlah elektron pada persamaan (1) dan (2) harus setara sehingga untuk menyetarakan jumlah elektron yang terlibat dalam reaksi perlu mengkalikan koefisien elektron dengan suatu angka agar mendapatkan jumlah elektron yang sama pada persamaan (1) dan (2).



25



setara dengan



## BAB 6

### ANALISIS KADAR OKSALAT PADA TEPUNG PORANG

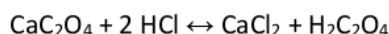
#### G. Preparasi Praanalisis

Umbi dan tepung porang yang telah direndam (dengan larutan asam cuka (10, 15 dan 20%), sari buah belimbing wuluh (3, 5, 7%) dan sari buah jeruk nipis (3, 5, 7%)) dan telah dikeringkan, ditentukan kadar oksalat yang terkandung di dalamnya dengan metode titrasi permanganometri. Sampel dikeringkan terlebih dahulu setelah perendaman agar sampel dapat

disimpan dalam jangka waktu yang lama sebelum analisis. Hal tersebut dikarenakan proses analisis yang tidak dapat dilakukan dalam waktu yang bersamaan setelah perendaman.

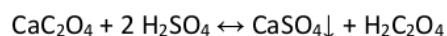
Sebelum dilakukan analisis, sampel harus dipreparasi terlebih dahulu. Sampel umbi yang telah kering dihaluskan menjadi tepung terlebih dahulu. Hal tersebut bertujuan untuk memperbesar luas permukaan sampel. Sampel tepung yang didapatkan, dilarutkan dalam larutan HCl 6M dan akuades atau setara dengan larutan HCl 0,3M kemudian dipanaskan.

Pemilihan larutan HCl sebagai pelarut kalsium oksalat dalam umbi dan tepung porang karena senyawa kalsium oksalat bersifat tidak larut dalam air namun dapat larut dalam asam lemah atau asam encer, sesuai dengan persamaan reaksi berikut.



Dari reaksi tersebut diketahui bahwa senyawa kalsium oksalat dalam larutan asam klorida membentuk senyawa kalsium klorida dan asam oksalat yang larut dalam air.

Jika kalsium oksalat dalam umbi dan tepung porang dilarutkan dalam asam sulfat akan membentuk endapan senyawa kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ). Senyawa kalsium sulfat bersifat sukar larut dalam air, sehingga dikhawatirkan endapan yang terbentuk tersebut dapat mengganggu proses titrasi. Selain hal tersebut, asam oksalat dalam larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dapat mengalami peruraian menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ , sehingga dikhawatirkan senyawa oksalat, yang akan dianalisis, terurai lebih dulu sebelum dilakukan analisis.



Campuran suspensi sampel dalam larutan asam klorida tersebut dipanaskan hingga mendidih. Tujuan dari pemanasan tersebut untuk mempercepat proses pelarutan senyawa kalsium oksalat. Proses pelarutan suatu zat dipengaruhi beberapa faktor diantaranya luas permukaan zat, pengadukan dan suhu pelarutan. Semakin besar luas permukaan, semakin cepat proses pelarutan suatu zat. Adanya perlakuan pengadukan pada proses pelarutan dapat mempercepat suatu zat larut dalam larutan. Suhu juga memberi peranan dalam proses pelarutan yaitu semakin tinggi suhu pada saat pelarutan maka proses pelarutan akan berjalan lebih cepat. Filtrat yang didapatkan pada preprasi sampel praanalisis merupakan larutan sampel



yang siap dianalisis. Senyawa yang dianalisis dalam filtrat tersebut merupakan senyawa asam oksalat. Kadar senyawa asam oksalat yang dianalisis setara dengan kadar senyawa kalsium oksalat. Hal tersebut dikarenakan jumlah mol dari asam oksalat sama dengan jumlah mol dari kalsium oksalat, sesuai dengan yang telah dijelaskan pada persamaan reaksi sebelumnya antara kalsium oksalat dengan asam klorida.

#### H. Morfologi kristal kalsium oksalat pada umbi porang

Morfologi kristal kalsium oksalat pada umbi porang sebelum dan sesudah perlakuan perendaman dalam sari buah belimbing wuluh dapat diamati dengan instrumen *scanning electron microscope* (SEM). Morfologi kristal kalsium oksalat pada umbi porang sebelum dan sesudah perlakuan perendaman dalam sari buah belimbing wuluh ditunjukkan pada Gambar 1.

#### I. Kadar oksalat pada umbi dan tepung porang setelah perendaman dalam larutan sari buah jeruk nipis

Larutan sari buah jeruk nipis mampu menurunkan kadar kalsium oksalat pada umbi dan tepung porang. Hal tersebut karena sari buah jeruk nipis mengandung asam-asam organik seperti asam sitrat dan asam askorbat yang dapat melarutkan kalsium oksalat pada umbi dan tepung porang. Asam sitrat dan asam askorbat yang terkandung dalam 100 gram buah jeruk nipis berturut-turut sebesar 5,56 dan 2,7 gram. Asam sitrat dan asam askorbat dapat merupakan asam organik dan/atau asam lemah yang dapat bereaksi dengan kalsium oksalat membentuk asam oksalat yang larut dalam air.

Kalsium oksalat bila bereaksi dengan asam sitrat akan membentuk senyawa kalsium sitrat dan asam oksalat. Kalsium sitrat merupakan senyawa yang tidak larut dalam air sehingga endapan kalsium sitrat yang terbentuk dari reaksi tersebut akan terbuang bersama air bekas rendaman. Asam oksalat yang terbentuk dari reaksi tersebut bersifat larut dalam air dan akan hilang bersama air bekas rendaman. Senyawa kalsium oksalat pada umbi porang yang dianalisis merupakan kalsium oksalat yang masih tersisa setelah proses perendaman.

Kadar kalsium oksalat pada umbi dan tepung porang setelah proses perendaman dalam larutan sari buah jeruk nipis ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

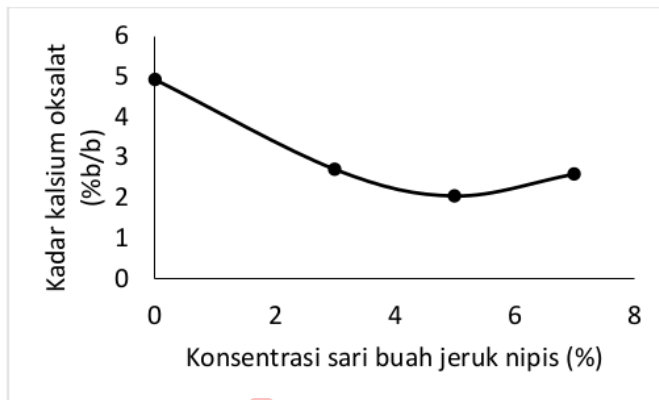
**Tabel 1. Kadar kalsium oksalat pada umbi porang setelah direndam dengan sari buah jeruk nipis**

Konsentrasi sari buah jeruk nipis (%)	Kadar kalsium oksalat pada umbi porang (%b/b)	% penurunan kadar kalsium oksalat
0	4,9254	-
3	2,7026	45,13
5	2,0422	58,54
7	2,5837	47,54

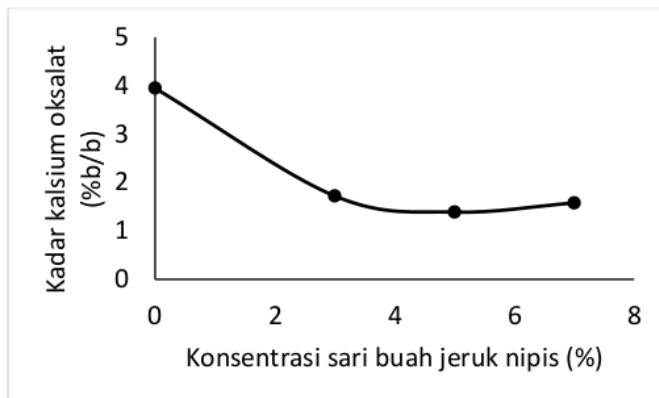
**Tabel 2. Kadar kalsium oksalat pada tepung porang setelah direndam dengan sari buah jeruk nipis**

Konsentrasi sari buah jeruk nipis (%)	Kadar kalsium oksalat pada tepung porang (%b/b)	% penurunan kadar kalsium oksalat
0	3,9470	-
3	1,7209	56,40
5	1,3884	64,82
7	1,5778	60,03

Dari data yang ditampilkan pada Tabel 1 dan 2 dapat diketahui bahwa terdapat pola penurunan kadar kalsium oksalat yang sama, yakni sari buah jeruk nipis 5% mampu menurunkan kadar kalsium oksalat dengan optimal yakni sebesar 58,54 dan 64,82%. Sari buah jeruk nipis 7% memiliki kemampuan mereduksi kalsium oksalat yang lebih baik dari sari buah jeruk nipis 3% namun tidak lebih baik dari sari buah jeruk nipis 5%. Penurunan kadar kalsium oksalat pada tepung lebih besar daripada pada umbi karena tepung memiliki luas permukaan yang lebih besar. Selain hal tersebut, proses perendaman pada tepung menggunakan volume larutan perendam yang lebih banyak daripada umbi. Grafik penurunan kadar kalsium oksalat pada umbi dan tepung porang ditampilkan pada Gambar 3 dan 4.



**Gambar 3. Grafik penurunan kadar kalsium oksalat pada umbi porang setelah direndam dengan sari buah jeruk nipis**



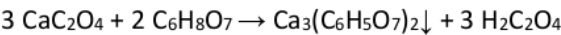
**Gambar 4. Grafik penurunan kadar kalsium oksalat pada tepung porang setelah direndam dengan sari buah jeruk nipis**

#### **J. Kadar oksalat pada umbi dan tepung porang setelah perendaman dalam larutan sari buah belimbing wuluh**

Selain sari buah jeruk nipis, sari buah belimbing wuluh juga dapat menurunkan kadar kalsium oksalat pada umbi dan tepung porang. Sari buah belimbing wuluh mengandung beberapa asam organik, diantaranya asam sitrat, asam asetat dan asam askorbat. Asam sitrat dan asam asetat yang terkandung dalam 100 gram buah belimbing wuluh berturut-turut sebesar 92,6 – 133,8 dan 1,6 – 1,9 meq asam. Asam askorbat dalam buah belimbing wuluh

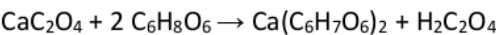
sebesar 9 mg dalam 100 g buah. Ketiga asam organik tersebut memiliki kemampuan melarutkan kristal kalsium oksalat yang tidak larut air. Kalsium oksalat dapat larut dalam air bila bentuk senyawanya diubah menjadi asam oksalat.

Asam sitrat merupakan salah satu senyawa golongan asam karboksilat yang memiliki tiga gugus karboksil (–COOH). Reaksi antara asam sitrat dengan kalsium oksalat dapat membentuk endapan kalsium sitrat dan asam oksalat dengan persamaan reaksi sebagai berikut.



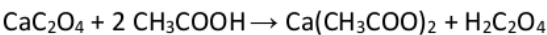
Kalsium sitrat dan asam oksalat yang terbentuk dari reaksi tersebut akan terbuang bersama air bekas rendaman.

Asam askorbat juga merupakan senyawa golongan asam karboksilat. Selain memiliki gugus karboksil (–COOH), asam askorbat juga memiliki gugus hidroksil (–OH). Asam askorbat mampu bereaksi dengan kalsium oksalat membentuk senyawa kalsium askorbat dan asam oksalat sesuai dengan persamaan berikut.



Sama halnya dengan reaksi kalsium oksalat dengan asam sitrat bahwa produk dari reaksi di atas akan terbuang bersama air bekas rendaman.

Asam asetat juga terkandung dalam buah belimbing wuluh. Asam asetat yang terkandung di dalam sari buah belimbing wuluh juga dapat melarutkan kalsium oksalat pada umbi dan tepung porang. Kalsium oksalat pada umbi dan tepung porang dapat bereaksi dengan asam asetat menghasilkan kalsium asetat dan asam oksalat sesuai dengan persamaan reaksi berikut.



Kadar kalsium oksalat pada umbi dan tepung porang setelah proses perendaman dalam larutan sari buah jeruk nipis ditunjukkan pada Tabel 3 dan 4.

**Tabel 3. Kadar kalsium oksalat pada umbi porang setelah direndam dengan sari buah belimbing wuluh**

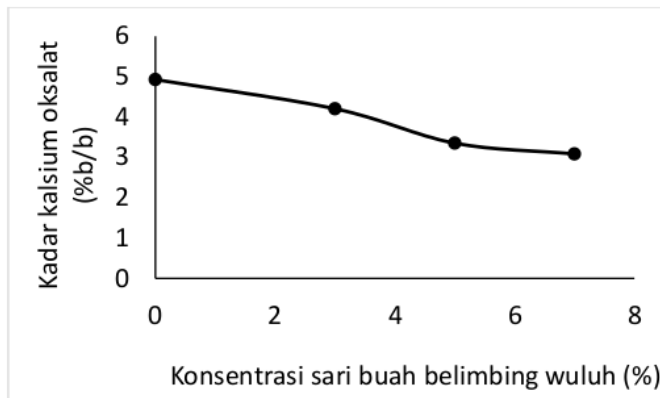
Konsentrasi sari buah belimbing wuluh (%)	Kadar kalsium oksalat pada umbi porang (%b/b)	% penurunan kadar kalsium oksalat
---	---	-----------------------------------

0	4,9254	-
3	4,2037	14,65
5	3,3503	31,98
7	3,0843	37,38

**Tabel 4. Kadar kalsium oksalat pada tepung porang setelah direndam dengan sari buah belimbing wuluh**

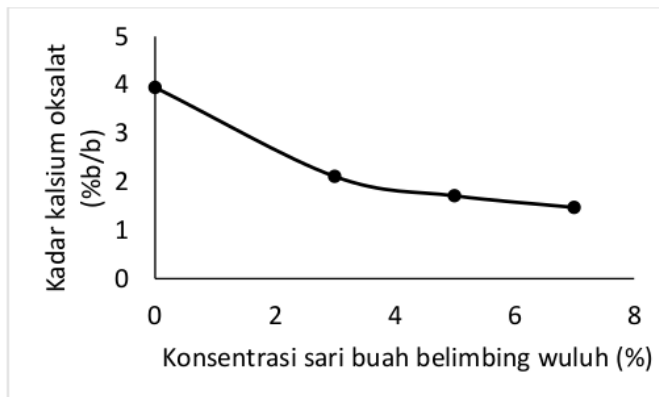
Konsentrasi sari buah belimbing wuluh (%)	Kadar kalsium oksalat pada tepung porang (%b/b)	% penurunan kadar kalsium oksalat
0	3,9470	-
3	2,1092	46,56
5	1,7101	56,67
7	1,4701	62,75

Dari data yang telah ditampilkan pada Tabel 3 dan 4 dapat diketahui bahwa kadar kalsium oksalat menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi sari buah belimbing wuluh. Tepung porang mengalami penurunan kadar kalsium oksalat yang lebih besar dibandingkan dengan umbi porang. Hal tersebut sama halnya dengan yang terjadi pada umbi dan tepung porang setelah perendaman dalam sari buah jeruk nipis. Sari buah belimbing wuluh mampu menurunkan kadar kalsium oksalat sampai 62,75% tetapi hasil tersebut tidak lebih baik dari hasil perendaman dalam sari buah jeruk nipis yakni 64,82%. Hal tersebut mungkin dikarenakan dalam sari buah belimbing wuluh juga mengandung asam oksalat sebesar 5,5 – 8,9 meq asam dalam 100 gram buah. Grafik penurunan kadar kalsium oksalat pada umbi dan tepung porang setelah direndam dalam sari buah belimbing wuluh ditampilkan pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Grafik penurunan kadar

kalsium oksalat pada umbi porang setelah direndam dengan sari buah belimbing wuluh



Gambar 6. Grafik penurunan kadar kalsium oksalat pada tepung porang setelah direndam dengan sari buah belimbing wuluh

#### K. Kadar oksalat pada umbi dan tepung porang setelah perendaman dalam larutan asam asetat

Asam asetat atau yang lebih dikenal oleh masyarakat dengan nama asam cuka merupakan asam lemah golongan senyawa asam karboksilat dengan rumus molekul  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Menurut teori Arrhenius suatu senyawa dikatakan sebagai senyawa asam bila dalam larutan senyawa tersebut melepas ion  $\text{H}^+$ . Senyawa asam dibedakan menjadi dua macam yakni asam kuat dan asam lemah. Senyawa asam kuat adalah suatu senyawa yang dapat terionisasi secara sempurna dalam larutan sedangkan senyawa asam lemah adalah suatu senyawa asam yang hanya terionisasi sebagian dalam larutan. Asam asetat dalam larutan akan terionisasi sebagian membentuk ion  $\text{H}^+$  dan ion  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ .



Berdasarkan penjelasan pada sub bab sebelumnya, asam asetat mampu melarutkan kalsium oksalat pada umbi dan tepung porang. Kadar kalsium oksalat pada umbi dan tepung porang setelah direndam dalam larutan asam asetat ditunjukkan pada Tabel 5 dan 6.

**Tabel 5. Kadar kalsium oksalat pada umbi porang setelah direndam dengan larutan asam cuka**

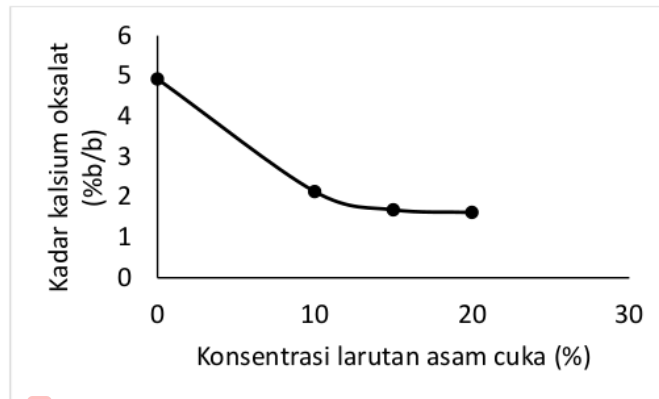
Konsentrasi larutan asam cuka (%)	Kadar kalsium oksalat pada umbi porang (%b/b)	% penurunan kadar kalsium oksalat
0	4,9254	-
10	2,1356	56,64
15	1,6839	65,81
20	1,6197	67,12

**Tabel 6. Kadar kalsium oksalat pada tepung porang setelah direndam dengan larutan asam asetat**

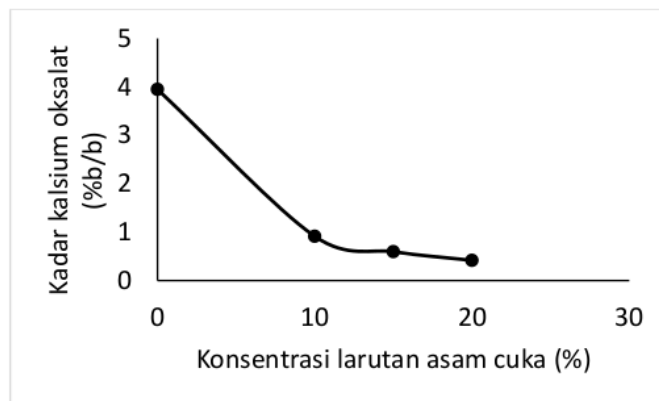
Konsentrasi larutan asam asetat (%)	Kadar kalsium oksalat pada tepung porang (%b/b)	% penurunan kadar kalsium oksalat
0	3,9470	-
10	0,9125	76,88
15	0,5949	84,93
20	0,4165	89,45

%penurunan kadar kalsium oksalat pada umbi dan tepung porang setelah direndam dalam larutan asam asetat mencapai 89,45%. Hasil tersebut lebih besar dibandingkan hasil pada perendaman dalam sari buah jeruk nipis dan belimbing wuluh. Hal tersebut dikarenakan konsentrasi asam asetat yang digunakan lebih tinggi daripada konsentrasi sari buah jeruk nipis dan belimbing wuluh. Pemilihan konsentrasi asam asetat tersebut dikarenakan kalsium oksalat lebih sukar larut dalam larutan asam asetat encer. Pemilihan konsentrasi asam asetat tersebut juga memiliki kelemahan yakni umbi dan tepung porang memiliki bau cuka walaupun telah

dicuci dengan air sebanyak dua kali. Grafik penurunan kadar kalsium oksalat pada umbi dan tepung porang setelah direndam dalam larutan asam asetat ditampilkan pada Gambar 7 dan 8.



**Gambar 7. Grafik penurunan kadar kalsium oksalat pada umbi porang setelah direndam dengan larutan asam cuka**



**Gambar 8. Grafik penurunan kadar kalsium oksalat pada tepung porang setelah direndam dengan larutan asam cuka**

# Reduksi Kalsium Oksalat pada Umbi Porang dengan Larutan Asam

## ORIGINALITY REPORT

14%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1

[ejournal.upnjatim.ac.id](http://ejournal.upnjatim.ac.id)

Internet Source

1%

2

[repository.ub.ac.id](http://repository.ub.ac.id)

Internet Source

1%

3

[pt.scribd.com](http://pt.scribd.com)

Internet Source

1%

4

[www.scribd.com](http://www.scribd.com)

Internet Source

1%

5

[doku.pub](http://doku.pub)

Internet Source

1%

6

[idoc.pub](http://idoc.pub)

Internet Source

1%

7

[www.jurnal.unsyiah.ac.id](http://www.jurnal.unsyiah.ac.id)

Internet Source

1%

8

[docobook.com](http://docobook.com)

Internet Source

1%

9

[repository.radenintan.ac.id](http://repository.radenintan.ac.id)

Internet Source

1 %

10

[docplayer.info](http://docplayer.info)

Internet Source

<1 %

11

[worldwidescience.org](http://worldwidescience.org)

Internet Source

<1 %

12

[journal.ipb.ac.id](http://journal.ipb.ac.id)

Internet Source

<1 %

13

[jatp.ift.or.id](http://jatp.ift.or.id)

Internet Source

<1 %

14

Submitted to Universitas Brawijaya

Student Paper

<1 %

15

[andykimia03.wordpress.com](http://andykimia03.wordpress.com)

Internet Source

<1 %

16

[masitaky.blogspot.com](http://masitaky.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

17

Submitted to Sriwijaya University

Student Paper

<1 %

18

[repository.unpas.ac.id](http://repository.unpas.ac.id)

Internet Source

<1 %

19

[123dok.com](http://123dok.com)

Internet Source

<1 %

20

Submitted to Universitas Muhammadiyah

<1 %

- 
- |    |   |      |
|----|---|------|
| 21 | <a href="http://epdf.tips">epdf.tips</a><br>Internet Source | <1 % |
|----|---|------|
- 
- |    |   |      |
|----|---|------|
| 22 | <a href="http://repo.unand.ac.id">repo.unand.ac.id</a><br>Internet Source | <1 % |
|----|---|------|
- 
- |    |   |      |
|----|---|------|
| 23 | <a href="http://www.lellasnest.it">www.lellasnest.it</a><br>Internet Source | <1 % |
|----|---|------|
- 
- |    |   |      |
|----|---|------|
| 24 | Ari Andika, Sunarto ., Rachimi .. "UJI POTENSI SARI BUAH BELIMBING WULUH (Averrhoa bilimbi L.) DALAM MENGHAMBAT PERTUMBUHAN BAKTERI Aeromonas hydrophila SECARA IN VITRO", Jurnal Ruaya : Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan, 2017<br>Publication | <1 % |
|----|---|------|
- 
- |    |  |      |
|----|--|------|
| 25 | Submitted to Westminster Academy School<br>Student Paper | <1 % |
|----|--|------|
- 
- |    |   |      |
|----|---|------|
| 26 | <a href="http://fiskadiana.blogspot.com">fiskadiana.blogspot.com</a><br>Internet Source | <1 % |
|----|---|------|
- 
- |    |   |      |
|----|---|------|
| 27 | <a href="http://zaidannaj.blogspot.com">zaidannaj.blogspot.com</a><br>Internet Source | <1 % |
|----|---|------|
- 
- |    |                                      |      |
|----|--------------------------------------|------|
| 28 | Submitted to iGroup<br>Student Paper | <1 % |
|----|--------------------------------------|------|
- 
- |    |  |  |
|----|--|--|
| 29 | <a href="http://lordbroken.wordpress.com">lordbroken.wordpress.com</a> |  |
|----|--|--|



Internet Source

<1 %

30

[www.nafiun.com](http://www.nafiun.com)

Internet Source

<1 %

31

[makalahnurulsholehuddin.blogspot.com](http://makalahnurulsholehuddin.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

32

[yuniarpandegiro.blogspot.com](http://yuniarpandegiro.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

33

[goshifu.blogspot.com](http://goshifu.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

34

[ekobudiprasetyonugroho.wordpress.com](http://ekobudiprasetyonugroho.wordpress.com)

Internet Source

<1 %

35

[e-journal.unair.ac.id](http://e-journal.unair.ac.id)

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches

< 10 words

Exclude bibliography On



# Reduksi Kalsium Oksalat pada Umbi Porang dengan Larutan Asam

## GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

