

**PREDIKSI KADAR PATI UBI KAYU (*Manihot esculenta*) PADA BERBAGAI UMUR PANEN
MENGUNAKAN PENETROMETER**

Prediction of cassava starch content at different stages of maturity using penetrometer

Oleh :

Siti Nurdjanah *, Susilawati *, dan Maya Ratna Sabatini **

ABSTRACT

Over the years, determination of starch content by the buyers on the field is performed based on the difference between cassava's weight on the air and that of in the water, then counted based on the formula designed by International Starch Institute (ISI). This method has been proven to be highly correlated with the starch content determined chemically such as acid hydrolysis. However, this method is less practical due to the need of a large amount of water which is rarely found on cassava plantation. The aims of this study were : 1) to find alternative way to measure cassava's starch content on the field using penetrometer, 2) to find correlation between starch content measurement using penetrometer and weighing method as described by ISI; correlation between hardness measured using penetrometer and acid hydrolysis. The experiment was arranged as a single treatment harvesting period consisted of 7, 8, 9 and 10 month in a complete randomized design with three replications. Data were analyzed using linier regression to find correlation between hardness and starch content analyzed using acid hydrolysis ; correlation between starch yield and starch content analyzed using acid hydrolysis; correlation of starch content analyzed using acid hydrolysis and that of using ISI method.

The result shows that there is a high positive correlation between cassava's hardness using penetrometer and cassava's starch content using acid hydrolysis method. This implies that penetrometer is a potential tool for predicting cassava's starch content.

Keywords : cassava, penetrometer, hardness, starch content, cassava,

PENDAHULUAN

Ubi Kayu (*Manihot esculenta*) di Indonesia merupakan makanan pokok ketiga setelah padi dan jagung. Ubi kayu selain digunakan dalam berbagai industri makanan, juga merupakan sumber utama pembuatan pati. Sebagian besar ubi kayu dari Lampung diserap oleh pabrik tapioka untuk diolah menjadi tapioka. Kabupaten Lampung Timur merupakan salah satu wilayah penghasil utama singkong. Jumlah perusahaan tepung tapioka yang tercatat pada Dinas Pertanian Lampung Timur saat ini sebanyak 31 perusahaan dengan kapasitas 56.927,08 ton (Anonymous, 2007).

Pemanenan ubi kayu yang tepat akan menghasilkan tapioka dengan kualitas yang baik dan rendemen yang tinggi. Menurut Asnawi (2003), waktu panen yang terlalu cepat akan merugikan karena kandungan kadar pati ubi kayu masih rendah menyebabkan kualitas ubi kayu menjadi kurang baik. Hal tersebut biasanya terjadi pada saat kebutuhan mendesak (hari raya, anak-anak masuk sekolah); petani terpaksa menjual ubi kayu sebelum masa panen. Keadaan seperti ini sering terjadi terutama di desa yang belum mengembangkan Industri Tapioka Rakyat (ITTARA). Ketidakjelasan mengenai saat panen yang tepat menyebabkan petani memanen ubi kayu atas dasar kebutuhan.

Selama ini penentuan kadar pati oleh para pembeli di lapangan dilakukan berdasarkan perbedaan berat umbi di udara dan berat umbi di dalam air, kemudian dihitung berdasarkan rumus yang dirancang oleh International Starch Institute (1999). Metode ini telah dibuktikan mempunyai korelasi yang tinggi dengan kadar pati yang ditentukan secara kimia seperti hidrolisis asam. Akan tetapi, metode ini kurang praktis dilakukan di lapangan karena beberapa hal: memerlukan jumlah air yang banyak yang biasanya tidak tersedia di perkebunan ubi kayu; memerlukan waktu yang relatif lama dalam pengukurannya; perlu tenaga operator yang terlatih; serta harga alat mahal.

Ubi kayu merupakan salah satu jenis umbi-umbian yang diduga juga mempunyai pola hubungan antara tingkat ketuaan, kekerasan dan kandungan pati. Hal ini sesuai dengan Abbot dan Harker (2001) dan Wills et al.(2005) yang menyatakan bahwa pada umumnya dengan bertambahnya tingkat ketuaan umbi-umbian akan semakin keras teksturnya karena kandungan pati yang semakin meningkat, akan tetapi apabila terlalu tua kandungan seratnya bertambah sedang kandungan pati menurun. Waktu panen ubi kayu bervariasi tergantung varietas dan kegunaannya. Waktu panen berkisar antara 9 – 12 bulan (Kartasapoetra, 1994). Untuk keperluan pembuatan tapioka, idealnya ubi kayu dipanen jika kandungan patinya tertinggi. Jika waktu panen terlalu tua, ubi kayu mengeras dan berkayu karena banyak mengandung komponen komponen non-pati seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin.

* Staf Pengajar pada jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung

** Alumni Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Salah satu alternatif yang dapat dikembangkan untuk memprediksi kadar pati adalah metode kering dengan cara pengukuran kekerasan menggunakan penetrometer. Penetrometer telah lama digunakan untuk mengukur kekerasan berbagai komoditas pertanian seperti buah-buahan (Abbot, and Harker, 2001; Haque dan Ji, 2003; Wills et al., 2005). Akan tetapi metode ini belum pernah digunakan untuk mengukur kekerasan ubi kayu dan kemudian perlu dicari korelasinya dengan kandungan patinya. Komponen utama yang menyebabkan kekerasan pada umbi adalah kandungan karbohidrat terutama pati. Kekerasan ini dipengaruhi oleh umur panen. Apabila ubi kayu dipanen terlalu muda kadar patinya sangat rendah, sebaliknya apabila terlalu tua umbinya akan banyak berserat. Prinsip kerja penetrometer lebih praktis, tidak memerlukan banyak biaya, mudah digunakan, mudah dibawa dan disimpan. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dikaji apakah penetrometer mampu digunakan untuk memprediksi kadar pati ubi kayu untuk menentukan waktu pemanenan yang tepat.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mencari alternatif untuk menera kadar pati ubi kayu di lapangan dengan menggunakan penetrometer, dengan cara mencari korelasi antara pengukuran pati menggunakan penetrometer dengan metode penimbangan dan hidrolisis asam

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi ubi kayu segar varietas Kasetsart dengan umur panen 7, 8, 9 dan 10 bulan yang diambil dari petani di Lampung Timur yaitu Desa Gunung Agung Kecamatan Sekampung Udik, Lampung Timur. Bahan – bahan antara lain glukosa, fenol merk AB Stockholm 5%, H_2SO_4 pekat Baker Analyzed ACS Reagent LOT T02030, HCl Baker Analyzed ACS Reagent LOT N45040 25%, NaOH 45%, enzim α -amilase Thermamyl dari NOVO, enzim α -amiloglukosidase, metanol (CH_3OH), aseton ($(CH_3)_2$), (dibeli dari Sigma)

Peralatan utama yang digunakan antara lain timbangan dan keranjangnya, bejana air, timbangan digital Meteler - PJ 3000, oven merk Lingberg/Blue dan merk Philtsharrif, blender merk National, penetrometer KM-5 dimensi 175 x 40 x 35 mm (berat 220 gram) tipe *hemisphere shape* 12 mm x 10 mm, spektronik 20 merk Milton Roy-Company, centrifuge merk Eppendorf, autoklaf merk Wiseclave, dan hot plate merk VWR.

Metode Penelitian

Penelitian terdiri dari perlakuan tunggal yaitu umur panen : 7, 8, 9, dan 10 bulan disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Data dianalisis menggunakan regresi linier, yaitu (1) hubungan antara kekerasan dengan kadar pati (hidrolisis asam, AOAC, 1984), (2) hubungan rendemen pati ubi kayu dengan kadar pati hidrolisis asam (AOAC, 1984), (3) hubungan kadar pati hidrolisis asam (AOAC, 1984) dengan kadar pati penimbangan (International Starch Institute, 1999).

Pelaksanaan Penelitian

Ubi kayu di panen pada umur 7, 8, 9 dan 10 bulan yang diambil dari lokasi areal perkebunan PT. Madusari Lampung Indah di Desa Gunung Agung Kecamatan Sekampung Udik Lampung Timur, yang telah ditimbang beratnya di lapangan. Kemudian dibawa ke laboratorium di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian fakultas Pertanian, Universitas Lampung untuk diukur tingkat kekerasannya dengan penetrometer. Pengukuran kekerasan ubi kayu dilakukan utuh dengan kulitnya (tanpa pengupasan kulit). Penusukan jarum penetrometer dilakukan pada tiga bagian yaitu pada tengah, pangkal dan bagian ujung ubi kayu masing-masing bagian 5x penusukan. Ubi kayu yang telah diukur kekerasannya dengan penetrometer kemudian sebagian besar digunakan untuk ekstraksi pati dan sebagian lagi digunakan untuk analisis kadar pati secara kimia (hidrolisis asam, AOAC, 1984)

Pengamatan

Pengukuran Kadar Pati dengan Penimbangan (ISI, 1999)

Pengukuran kadar pati umbi ubi kayu dengan metode penimbangan adalah salah satu cara yang umum dilakukan oleh suatu industri di lapangan. Pengukuran dilakukan setelah proses pemanenan dilakukan. Ubi kayu yang telah dipanen dikumpulkan dan dilakukan penimbangan. Penimbangan memerlukan air bersih yang cukup banyak untuk setiap pengukuran. Alat penimbangan di adopsi dari International Starch Institute (1999) dengan prinsip mengetahui selisih berat umbi di udara dengan berat umbi di dalam air. Nilai perkiraan kadar pati umbi dapat langsung diketahui pada alat

Ubi kayu yang baru dipanen dibersihkan di lapangan dari kotoran dan tanah. Alat ukur kadar pati disiapkan dengan posisi kedua wadah timbangan disatukan dan tergantung. Pemberat dalam posisi nol/berada di kiri. Kemudian posisi jarum penunjuk diatur tepat pada bagian tengah (kedua jarum lurus horisontal) dengan memutar ke depan atau ke belakang sekrup pemberat. Ember diletakkan tepat di bawah wadah ukur dan wadah ukur tepat di tengah ember kemudian ember diisi

dengan air bening sampai penuh (luber). Pemberat utama digeser ke posisi angka 5 kg dan posisi timbangan akan menunjukkan tidak seimbang, dalam hal ini posisi jarum ke bawah. Ubi kayu dimasukkan ke dalam keranjang sampai menunjukkan bahwa bobot sudah tepat mencapai 5 kg (kedua jarum lurus horisontal). Posisi wadah bawah tetap bersatu dan menggantung dengan wadah atas. Pemberat utama kemudian digeser kembali ke posisi nol.

Wadah bawah diturunkan ke dalam ember yang berisi air dan diikuti dengan memindahkan ubi kayu ke dalam wadah bawah tersebut. Pastikan bahwa umbi yang dimasukkan tertampung di wadah bawah. Kemudian didiamkan beberapa saat sampai air dalam ember dalam keadaan tenang kembali. Pemberat utama pada posisi nol dan pemberat ringan digeser sampai posisi jarum timbangan seimbang. Kemudian besarnya angka dapat dilihat di sebelah kanan pemberat ringan (bagian atas) yang menunjukkan persentase kadar pati terukur. Setelah selesai pengukuran peralatan yang digunakan dibersihkan untuk dipersiapkan pengukuran selanjutnya (Zamhuri dan Pratiwi, 2007).

Pengukuran Kekerasan Ubi Kayu dengan Penetrometer

Umbi ubi kayu yang telah ditimbang beratnya kemudian dilakukan pengukuran kekerasan umbi menggunakan penetrometer model KM-5 dengan dimensi 175 x 40 x 35 mm dan berat 220 gram. Jarum skala pada penetrometer dipastikan menunjukkan angka nol. Jarum tipe *hemisphere shape* 12 mm x 10 mm dipasang pada kepala penetrometer. Batang penetrometer dipegang dan jarum penetrometer ditusukkan vertikal secara hati-hati di atas permukaan ubi kayu dengan dilakukan penekanan jarum ke dalam ubi kayu selama beberapa detik. Nilai skala dapat dibaca pada alat.

Pengukuran dilakukan pada bagian pangkal, tengah dan ujung ubi kayu masing-masing 5x penusukan. Setelah pengukuran selesai, alat dibersihkan pada bagian kepala dan batang dengan kain lap. Jarum penunjuk skala penetrometer diset kembali ke nol dengan menekan tombol knob untuk pengukuran selanjutnya.

Pengukuran Kadar Pati Ubi Kayu Segar dengan Metode AOAC

Umbi yang telah diketahui berat keringnya dan telah diukur kekerasannya dengan penetrometer kemudian dianalisis untuk mengetahui kadar pati dengan metode AOAC (1984). Dua gram umbi segar diparut beserta kulitnya dan ditambah dengan 15 ml akuades kemudian di sentrifus 3000 rpm selama 15 menit, lalu disaring dengan kertas saring. Endapan dicuci dengan akuades sampai filtrat 100 ml dan endapan dipindahkan dalam erlenmeyer 250 ml kemudian dicuci dengan 200 ml akuades serta ditambahkan HCl 25% sebanyak 20 ml, lalu diautoklaf pada

suhu 121°C selama 15 menit, lalu didinginkan. Dititrasi dengan NaOH 45 % (warna pink berubah menjadi lebih muda), kemudian ditambahkan akuades sampai volume 250 ml dan disaring.

Sebelum penentuan kadar pati sampel, terlebih dahulu dibuat kurva standar dengan membuat larutan glukosa standar (1 g glukosa anhidrat/ 100 ml air). Dari larutan glukosa standar tersebut dilakukan 5 pengenceran sehingga diperoleh larutan glukosa dengan konsentrasi: 2, 4, 6, 8 dan 10 ml/ 100 ml. Sebanyak 6 buah tabung reaksi bersih, masing-masing diisi dengan 1 ml larutan glukosa standar tersebut diatas. Satu tabung diisi 1 ml sebagai blanko. Kemudian ke dalam tabung reaksi ditambahkan fenol 5% sebanyak 1 ml, kemudian ditambahkan H₂SO₄ pekat sebanyak 5 ml. Panaskan dengan penangas air pada suhu 30°C selama 20 menit. Kurva standar dibuat dengan cara menghubungkan antara konsentrasi glukosa dengan OD (*Optical Density*). *Optical Density* (OD) masing-masing larutan tersebut dibaca pada panjang gelombang 490 nm.

Penentuan kadar pati sampel dilakukan seperti cara penentuan kurva standar glukosa. Filtrat yang telah diperoleh dilakukan pengenceran 200 kali terlebih dahulu pada setiap sampel, yaitu diambil 0,5 ml filtrat ditambahkan 100 ml akuades ke dalam labu takar 100 ml. 1 ml larutan tersebut diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 1 ml fenol dan 5 ml H₂SO₄. Lalu didiamkan dalam waterbath pada suhu 30°C selama 20 menit. Spektrometrik 20 disiapkan dan dikalibrasi. Spektrometrik 20 dihidupkan dan didiamkan selama 15 menit. Diatur jarum ke angka nol (tombol kiri) dan diset panjang gelombang 490 nm. Dimasukkan kuvet berisi akuades (blanko) dan jarum diatur sampai ke angka 100 (tombol kanan). Setiap larutan dipindahkan ke dalam kuvet, blanko dikeluarkan dan kuvet yang berisi larutan glukosa tersebut dimasukkan ke dalam spektrometrik 20. Nilai dapat dibaca yang tertera dari pergerakan skala (nilai absorbansi dan %T). Adapun rumus kadar pati sebagai berikut :

$$\text{Kadar Pati (\%)} = \frac{K \times L \times 0,9 \times M}{N} \times 100$$

Keterangan :

K = Absorbansi sampel yang telah distandarisasi oleh kurva standar

L = Konsentrasi larutan sampel

M = Volume sampel (ml)

N = Berat ubi kayu (gram)

0,9= Faktor konversi yang diperoleh dari perbandingan berat molekul pati dengan jumlah molekul gula reduksi yang dihasilkan

Pengukuran Rendemen Pati

Rendemen pati dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Rendemen Pati (\%)} = \frac{\text{Berat pati kering (g)}}{\text{Berat ubi kayu (g)}} \times 100$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

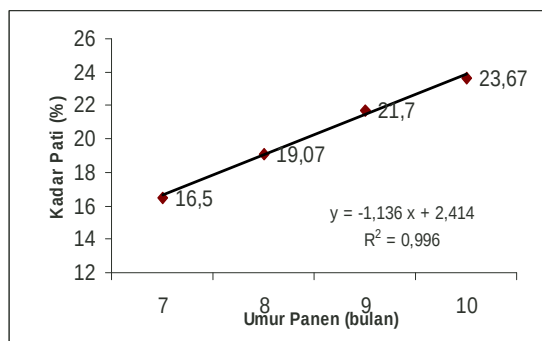
Kadar Pati Ubi Kayu dengan Metode Penimbangan (International Starch Institute, 1999)

Hasil pengukuran kadar pati ubi kayu berdasar metode penimbangan pada berbagai umur panen disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Kadar pati ubi kayu berdasar penimbangan pada berbagai umur panen

Umur panen (bulan)	Kadar pati (%)
7	16,5
8	19,07
9	21,7
10	23,6

Kadar pati pada umumnya meningkat sejalan dengan meningkatnya umur panen. Semakin tua umur panen ubi kayu maka semakin tinggi kadar pati ubi kayu yang dihasilkan. Peningkatan kadar pati tersebut disebabkan semakin banyak granula pati yang terbentuk di dalam umbi. Hubungan antara umur panen dan kadar pati ubi kayu disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan umur panen ubi kayu dengan kadar pati metode International Starch Institute

Umbi ubi kayu berkembang dari penebalan sekunder akar serabut adventif. Peningkatan kadar pati dengan semakin tua umur panen disebabkan akar tanaman ubi kayu dari bagian tengah batang yang memiliki bentuk memanjang, silinder dan meruncing mengalami pembesaran terus menerus selama pertumbuhan. Ketika pembesaran dimulai, akar lumbung berhenti berfungsi sebagai organ penyerap hara dan air, sehingga akar menimbun pati. Ukuran umbi terus bertambah selama pertumbuhan (Rubatzky dan

Yamaguchi, 1998). Semakin tua umur panen, umbi semakin mengeras dan berkayu. Ubi kayu mengeras dan berkayu karena banyak mengandung komponen – komponen nonpati seperti serat dan lignin. Serat terdiri dari selulosa dan hemiselulosa.

Standar mutu menurut Keputusan Menteri Pertanian (2000), nilai kadar pati ubi kayu varietas Kasesart minimal 19 %. Ubi kayu dengan umur panen 8, 9 dan 10 bulan telah sesuai dengan standar mutu menurut KMP (2000), sedangkan ubi kayu dengan umur 7 bulan belum memenuhi standar mutu. Ubi kayu dengan kadar pati tinggi cukup potensial apabila digunakan sebagai bahan baku berbagai industri.

Nilai R digunakan untuk mengukur sejauh mana titik-titik mengerombol sekitar sebuah garis lurus (Steel dan Torrie, 1995). Pada Gambar 4 terlihat bahwa nilai R menunjukkan titik-titik nilai kadar pati mengikuti sebuah garis lurus dengan kemiringan positif maka adanya korelasi positif yang tinggi antara umur panen dan kadar pati ubi kayu dengan metode penimbangan International Starch Institute (1999).

Dari pengukuran kadar pati ubi kayu dengan metode tersebut diperoleh persamaan garis yaitu $Y = -1,136x + 2,414$ dengan nilai R adalah 0,998 (nilai R mendekati +1). Hal ini menunjukkan bahwa adanya hubungan linier antara umur panen ubi kayu dengan kadar pati metode penimbangan International Starch Institute. Dari pengujian nilai t diperoleh t_{test} sebesar 22,421 dimana nilai $T_{0,01}$ adalah 6,965 dan $T_{0,05}$ adalah 2,920, maka $P (T \leq t)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa metode penimbangan International Starch Institute (1999) dapat digunakan dalam pengukuran kadar pati.

Pengukuran Kekerasan Ubi Kayu dengan Penetrometer

Dari hasil pengukuran kekerasan yang dilakukan pada ketiga bagian umbi yaitu pangkal, tengah dan ujung pada berbagai umur panen ubi kayu (7, 8, 9 dan 10 bulan) diketahui bahwa pada bagian pangkal umbi memiliki tingkat kekerasan yang lebih tinggi daripada kedua bagian yang lain (bagian tengah dan ujung) (Tabel 2).

Tabel 2. Nilai kekerasan ubi kayu pada berbagai umur panen

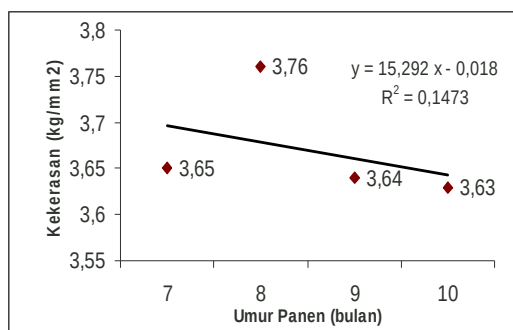
Umur panen	Kekerasan ubi kayu (kg/mm^2)			
	pangkal	tengah	ujung	Rata rata
7	3,65	3,50	3,17	3,44
8	3,76	3,46	3,15	3,46
9	3,64	3,48	3,35	3,49
10	3,63	3,50	3,41	3,52

Pengukuran kekerasan pada umbi ubi kayu dilakukan di tiga bagian yang berbeda yaitu pada bagian pangkal, tengah dan ujung dengan masing-masing bagian dilakukan penusukkan di lima titik yang berbeda. Hal tersebut dilakukan

agar data yang diperoleh tidak bias dan mewakili penyebaran kadar pati di setiap bagian.

Kekerasan disebabkan adanya granula-granula pati yang tersusun dengan suatu kerapatan di dalam umbi, sehingga mempengaruhi kemampuan masuknya jarum penetrometer ke dalam umbi ubi kayu. Apabila kerapatan antargranula tinggi maka jarum penetrometer sulit untuk menembus masuk ke dalam umbi. Semakin tinggi umur panen, maka kerapatan granula-granula pati akan semakin tinggi sehingga akan sulit untuk ditembus jarum penetrometer.

Umbi ubi kayu merupakan perakaran adventif yang tumbuh membesar dengan kadar pati tidak merata, tersebar pada setiap bagian dengan kadar pati yang berbeda-beda. Kekerasan bagian pangkal umbi lebih tinggi dibandingkan bagian lainnya merupakan perakaran kuat yang menghubungkan perakaran dengan batang sehingga kadar patinya lebih rendah. Pada bagian ujung umbi merupakan bagian yang meruncing dengan kekerasan terendah. Menurut Rubatzky dan Yamaguchi (1998), rendahnya kadar pati yang terbentuk didominasi dengan masih tingginya kadar air. Hal ini disebabkan pada bagian ujung umbi masih berperan sebagai organ penyerap unsur-unsur hara di dalam tanah sehingga pembentukan patinya masih rendah. Grafik hubungan umur panen dengan kekerasan ubi kayu pada bagian pangkal disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan umur panen dengan kekerasan ubi kayu pada bagian pangkal

Pada bagian pangkal umbi ubi kayu tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara umur panen 7, 8, 9 dan 10 bulan, melainkan relatif lebih tinggi dari bagian tengah dan ujung umbi. Pada umur panen 9 dan 10 bulan tingkat kekerasan umbi pada bagian pangkal terjadi penurunan. Hal tersebut disebabkan kadar pati pada bagian pangkal menurun karena umbi mulai mengayu.

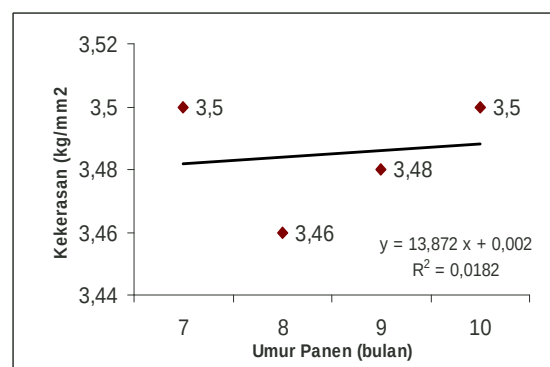
Penundaan masa panen dapat menurunkan kadar pati, hal ini diduga karena umbi mulai mengayu, perkayuan di mulai pada bagian pangkal umbi ubi kayu. Pada umur panen 9 dan 10 bulan pada bagian pangkal umbi lebih banyak mengandung komponen-komponen nonpati seperti serat dan lignin. Serat terdiri dari selulosa dan hemiselulosa merupakan komponen penyusun

dinding sel ubi kayu. Jumlah serat dalam pangkal umbi lebih banyak daripada kandungan patinya, sehingga rongga-rongga bagian dalam umbi lebih besar dan kerapatannya rendah. Oleh karena itu jarum penetrometer dapat menembus lebih dalam pada bagian pangkal umbi ubi kayu.

Hubungan antara umur panen dengan kekerasan umbi pada bagian pangkal pada grafik, titik-titik kekerasan umbi memencar dan mengikuti sebuah garis lurus dengan kemiringan negatif maka terdapat korelasi negatif yang tinggi antara umur panen dengan kekerasan pada bagian pangkal umbi ubi kayu. Korelasi antara umur panen dengan kekerasan tersebut semakin menurun secara numerik dengan semakin menjauhnya titik-titik dari garis liniernya.

Dari pengukuran kekerasan umbi pada bagian pangkal dengan penetrometer diperoleh persamaan garis yaitu $Y = 15,292 x - 0,018$ dengan nilai R adalah -0,384 (nilai R mendekati nol). Hal ini menunjukkan bahwa tidak adanya hubungan linier antara umur panen ubi kayu dengan kekerasan umbi pada bagian pangkal. Dari pengujian nilai t diperoleh t_{test} sebesar -0,588 dengan $P (T \geq t)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa pengukuran kekerasan bagian pangkal umbi ubi kayu dengan penetrometer tidak dapat digunakan dalam menera kadar pati.

Dari hasil pengukuran kekerasan yang dilakukan pada bagian tengah umbi pada berbagai umur panen ubi kayu (7, 8, 9 dan 10 bulan) memiliki tingkat kekerasan yaitu sebesar 3,5 Kg/mm² pada umur 7 bulan, 3,46 Kg/mm² pada umur 8 bulan, 3,48 Kg/mm² pada umur 9 bulan dan 3,5 Kg/mm² pada umur 10 bulan. Grafik hubungan umur panen dengan kekerasan ubi kayu pada bagian tengah disajikan pada Gambar 3.

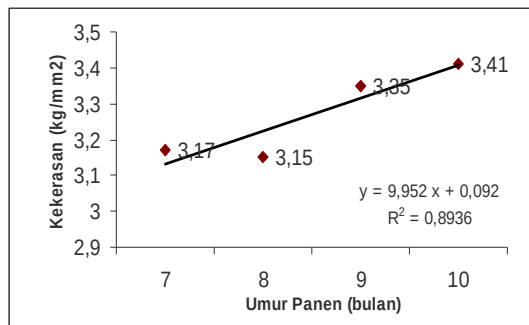


Gambar 3. Hubungan umur panen dengan kekerasan ubi kayu pada bagian tengah

Dari pengukuran kekerasan umbi ubi kayu pada bagian tengah dengan penetrometer diperoleh persamaan garis yaitu $Y = 13,872 x + 0,002$ dengan nilai R adalah 0,135 (nilai R mendekati nol). Hal ini menunjukkan bahwa tidak adanya hubungan linier antara umur panen ubi kayu dengan kekerasan umbi pada bagian tengah. Dari pengujian nilai t diperoleh t_{test} sebesar 0,193

dengan $P (T \geq t)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa pengukuran kekerasan bagian tengah umbi ubi kayu dengan penetrometer tidak dapat digunakan dalam menera kadar pati.

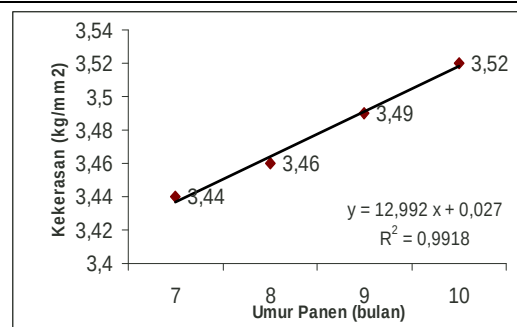
Dari hasil pengukuran kekerasan yang dilakukan pada bagian ujung umbi pada berbagai umur panen ubi kayu (7, 8, 9 dan 10 bulan) memiliki tingkat kekerasan yaitu sebesar 3,17 Kg/mm² pada umur 7 bulan, 3,15 Kg/mm² pada umur 8 bulan, 3,35 Kg/mm² pada umur 9 bulan dan 3,41 Kg/mm² pada umur 10 bulan. Grafik hubungan umur panen dengan kekerasan ubi kayu pada bagian ujung disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan umur panen dengan kekerasan ubi kayu pada bagian ujung

Hubungan umur panen dengan kekerasan umbi pada bagian ujung pada grafik, titik-titik nilai kadar pati mengikuti sebuah garis lurus dengan kemiringan positif maka adanya korelasi positif yang tinggi antara umur panen dan kekerasan bagian ujung umbi ubi kayu. Dari pengukuran kekerasan umbi pada bagian ujung dengan penetrometer diperoleh persamaan garis yaitu $Y = 9,952x - 0,092$ dengan nilai R adalah 0,916 (nilai R mendekati +1). Hal ini menunjukkan bahwa adanya hubungan linier antara umur panen ubi kayu dengan kekerasan umbi pada bagian ujung. Dari pengujian nilai t diperoleh t_{test} sebesar 4,100 dengan $P (T \geq t)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa pengukuran kekerasan bagian ujung umbi ubi kayu dengan penetrometer tidak dapat digunakan dalam menera kadar pati.

Dilihat dari rata-rata kekerasan pada ketiga bagian diperoleh hasil yang tidak signifikan yaitu diperoleh nilai 3,44, 3,46, 3,49, dan 3,52 Kg/mm² pada masing-masing umur panen. Grafik hubungan umur panen dengan kekerasan rata-rata pada ketiga bagian ubi kayu disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan umur panen dengan kekerasan rata-rata dari bagian pangkal tengah dan ujung ubi kayu

Hubungan umur panen dengan kekerasan rata-rata dari bagian pangkal, tengah dan ujung umbi pada grafik, titik-titik nilai kadar pati mengikuti sebuah garis lurus dengan kemiringan positif maka adanya korelasi positif yang tinggi antara umur panen dengan kekerasan rata-rata dari bagian pangkal, tengah dan ujung umbi ubi kayu.

Dari pengukuran kekerasan rata-rata ketiga bagian umbi dengan penetrometer diperoleh persamaan garis yaitu $Y = 12,992x - 0,027$ dengan nilai R adalah 0,996 (nilai R mendekati +1). Hal ini menunjukkan bahwa adanya hubungan linier antara umur panen ubi kayu dengan kekerasan umbi pada ketiga bagian pengukuran. Dari pengujian nilai t diperoleh t_{test} sebesar 15,588 dengan $P (T \leq t)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa pengukuran kekerasan rata-rata dari bagian pangkal, tengah dan ujung umbi ubi kayu dengan penetrometer dapat digunakan dalam menera kadar pati.

Dilihat dari data yang diperoleh, maka penetrometer dapat digunakan dalam menera kadar pati ubi kayu dengan dilakukan pengukuran kekerasan rata-rata dari bagian pangkal, tengah dan ujung umbi ubi kayu.

Kadar Pati Ubi Kayu pada Berbagai Umur Panen dengan Metode Hidrolisis Asam (AOAC, 1984)

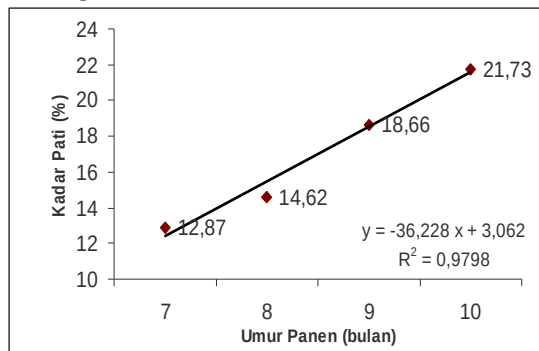
Kadar pati ubi kayu yang dihasilkan dengan menggunakan metode AOAC pada berbagai umur panen ubi kayu disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar pati ubi kayu berdasar hidrolisis asam pada berbagai umur panen

Umur panen (bulan)	Kadar pati (%)
7	12,8
8	14,62
9	18,66
10	21,73

Kadar pati pada umumnya meningkat sejalan dengan meningkatnya umur panen. Semakin tua umur panen ubi kayu maka semakin tinggi kadar pati ubi kayu yang dihasilkan. Peningkatan kadar pati tersebut dikarenakan semakin tua panen ubi kayu, maka semakin banyak granula pati yang

terbentuk di dalam umbi. Hasil analisis kadar pati ubi kayu disajikan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan umur panen ubi kayu dengan kadar pati metode hidrolisis asam (AOAC, 1984)

Pembentukan pati terjadi melalui suatu proses yang melibatkan sumbangan berulang unit glukosa dari gula nukleotida serupa dengan UDPG yang disebut adenosin difosfoglukosa (ADPG). Pembentukan ADPG berlangsung dengan menggunakan ATP dan glukosa-1-fosfat di kloroplas dan plastid. Molekul amilosa yang sedang tumbuh dengan unit glukosa yang mempunyai gugus reaksi C-4 pada ujungnya, bergabung dengan C-1 glukosa yang ditambahkan dari ADPG. Pati sintetase, yang mengkatalisis reaksi tersebut diaktifkan oleh K^+ .

Cabang pada amilopektin antara C-6 pada rantai utama dan C-1 pada rantai cabang dibentuk oleh berbagai isoenzim dari beberapa enzim yang secara ringkas disebut enzim percabangan atau enzim Q (Salisbury & Ross, 1992 dalam Titik. A, 2008).

Reaksi berikut ini merangkum pembentukan pati dari ADPG :

amilosa kecil (unit n-glukosa) → amilosa (lebih besar dengan unit n+1glukosa) ADPG → ADP.

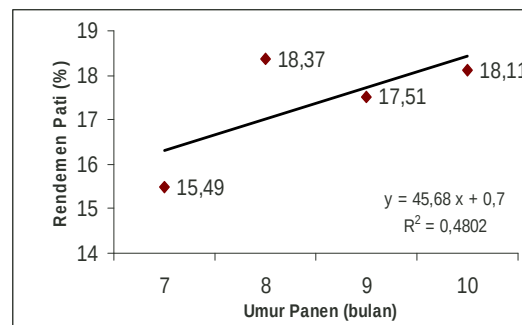
Hubungan umur panen ubi kayu dengan kadar pati metode hidrolisis asam (AOAC, 1984) pada grafik di atas, titik-titik nilai kadar pati mengikuti sebuah garis lurus dengan kemiringan positif maka adanya korelasi positif yang tinggi antara umur panen dengan kadar pati ubi kayu metode hidrolisis asam (AOAC, 1984). Dari pengukuran kadar pati ubi kayu dengan metode hidrolisis asam (AOAC, 1984) diperoleh persamaan garis yaitu $Y = -36,228x + 3,062$ dengan nilai R adalah 0,990 (nilai R mendekati +1). Hal ini menunjukkan bahwa adanya hubungan linier antara umur panen ubi kayu dengan kadar pati metode hidrolisis asam (AOAC, 1984). Dari pengujian nilai t diperoleh t_{test} sebesar 9,847 dimana nilai $T_{0,01}$ adalah 6,965 dan $T_{0,05}$ adalah 2,920, maka $P(T \leq t)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa metode hidrolisis asam (AOAC, 1984) dapat digunakan dalam pengukuran kadar pati.

Pengukuran Rendemen Pati

Hasil rendemen pati berdasarkan proses ekstraksi yang telah dilakukan berkisar antara 15,49% - 18,37% (Tabel 4). Sedangkan hubungan umur panen ubi kayu dengan rendemen pati disajikan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada Gambar 7.

Tabel 4. Rendemen pati ubi kayu pada berbagai umur panen

Umur panen (bulan)	Rendemen (%)
7	15,49
8	18,37
9	17,51
10	18,11

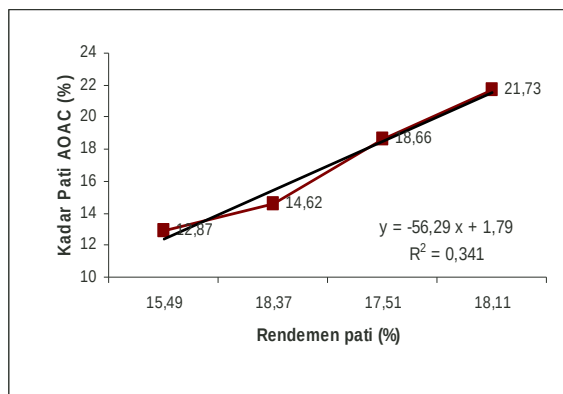


Gambar 7. Hubungan umur panen ubi kayu dengan rendemen pati

Rendemen pati terendah adalah 15,49% diperoleh dari ubi kayu umur panen 7 bulan. Sedangkan rendemen pati tertinggi sebanyak 18,37% diperoleh dari ubi kayu umur panen 8 bulan. Pada pembuatan pati, proses ekstraksi merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap rendemen pati yang dihasilkan. Pada gambar dapat kita lihat bahwa terjadi penurunan rendemen pati pada ubi kayu berumur 9 bulan. Penurunan rendemen pati tersebut disebabkan hilangnya pati saat pemisahan pati dari slurry pada tahap ekstraksi pati, hal ini disebabkan karena masih terikatnya sebagian pati pada onggok.

Hubungan umur panen ubi kayu dengan rendemen pati pada grafik, titik-titik nilai kadar pati memencar dan mengikuti sebuah garis lurus dengan kemiringan positif maka adanya korelasi positif yang rendah antara umur panen dengan rendemen pati ubi kayu. Dari pengukuran rendemen pati ubi kayu diperoleh persamaan garis yaitu $Y = 45,68x + 0,7$ dengan nilai R adalah 0,693. Hal ini menunjukkan bahwa adanya hubungan linier yang rendah antara umur panen ubi kayu dengan rendemen patinya. Dari pengujian nilai t diperoleh t_{test} sebesar 1,359 dengan $P(T \geq t)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa pengukuran rendemen pati ubi kayu tidak dapat digunakan dalam pengukuran kadar pati.

F. Hubungan Rendemen Ubi Kayu dengan Kadar Pati berdasar Hidrolisis Asam

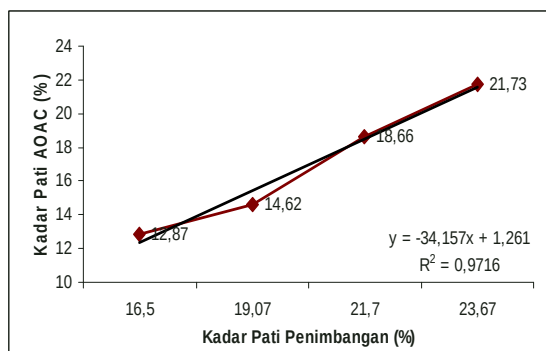


Gambar 9. Hubungan rendemen pati ubi kayu dengan kadar pati metode hidrolisis asam (AOAC, 1984)

Hubungan rendemen pati ubi kayu dengan kadar pati metode hidrolisis asam (AOAC, 1984) pada grafik, titik-titik nilai kadar pati mengikuti sebuah garis lurus dengan kemiringan positif maka adanya korelasi positif yang tinggi antara rendemen pati ubi kayu dan kadar pati ubi kayu metode hidrolisis asam. Diperoleh persamaan garis yaitu $Y = -56,29 X + 1,79$ dengan nilai R adalah 0,584.

Hal ini menunjukkan bahwa adanya hubungan linier yang rendah antara rendemen pati ubi kayu dengan kadar pati metode hidrolisis asam (AOAC, 1984). Dari pengujian nilai t diperoleh t_{test} sebesar 1,016 dimana nilai $T_{0,01}$ adalah 6,965 dan $T_{0,05}$ adalah 2,920, maka $P (T \leq t)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa rendemen pati ubi kayu dengan kadar pati metode hidrolisis asam (AOAC, 1984) tidak memiliki korelasi yang tinggi.

G. Hubungan Penimbangan Ubi Kayu dengan Kadar Pati berdasar Hidrolisis Asam

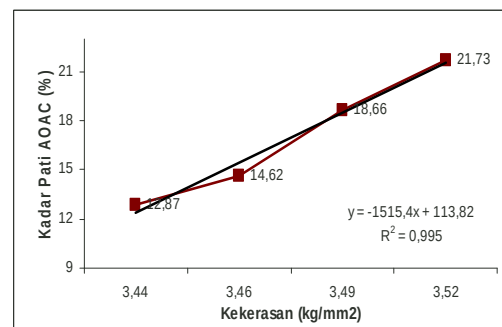


Gambar 10. Hubungan kadar pati ubi kayu metode penimbangan (International Starch Institute, 1999) dengan metode hidrolisis asam (AOAC, 1984)

Hubungan kadar pati ubi kayu metode penimbangan (International Starch Institute, 1999) dengan metode hidrolisis asam (AOAC, 1984) pada grafik, titik-titik nilai kadar pati mengikuti sebuah garis lurus dengan kemiringan positif maka adanya korelasi positif yang tinggi antara penimbangan ubi kayu dan kadar pati ubi kayu metode hidrolisis asam.

Diperoleh persamaan garis yaitu $Y = -34,157 X + 1,261$ dengan nilai R adalah 0,9857 (nilai R mendekati +1). Hal ini menunjukkan bahwa adanya hubungan linier antara kadar pati ubi kayu metode penimbangan (International Starch Institute, 1999) dengan metode hidrolisis asam (AOAC, 1984). Dari pengujian nilai t diperoleh t_{test} sebesar 8,28 dimana nilai $T_{0,01}$ adalah 6,965 dan $T_{0,05}$ adalah 2,920, maka $P (T \leq t)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar pati metode penimbangan (International Starch Institute, 1999) dengan metode hidrolisis asam (AOAC, 1984) memiliki korelasi yang tinggi.

H. Hubungan Kekerasan Ubi Kayu dengan Kadar Pati berdasar Hidrolisis Asam



Gambar 11. Hubungan kekerasan dengan kadar pati ubi kayu berdasar hidrolisis asam

Hubungan kekerasan dengan kadar pati ubi kayu metode hidrolisis asam (AOAC, 1984) pada grafik, titik-titik nilai kadar pati mengikuti sebuah garis lurus dengan kemiringan positif maka adanya korelasi positif yang tinggi antara kekerasan dengan kadar pati ubi kayu metode hidrolisis asam (AOAC, 1984). Diperoleh persamaan garis yaitu $Y = -1515,4 X + 113,82$ dengan nilai R adalah 0,9976 (nilai R mendekati +1). Hal ini menunjukkan bahwa adanya hubungan linier antara kekerasan ubi kayu dengan kadar pati metode hidrolisis asam (AOAC, 1984). Dari pengujian nilai t diperoleh t_{test} sebesar 20,173 dimana nilai $T_{0,01}$ adalah 6,965 dan $T_{0,05}$ adalah 2,920, maka $P (T \leq t)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa kekerasan dengan kadar pati ubi kayu metode hidrolisis asam (AOAC, 1984) memiliki korelasi yang tinggi.

KESIMPULAN

Tingkat kekerasan umbi mempunyai korelasi positif yang tinggi dengan kadar pati ubi kayu dengan metode hidrolisis asam. Hal ini mengindikasikan bahwa penetrometer dapat digunakan sebagai alternatif dalam menara kadar pati ubi kayu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada PT Madusari Lampung Indah , Lampung Timur yang telah memfasilitasi alat untuk pengukuran kadar pati di lapangan dan bahan baku ubi kayu untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbot, J.A and F. R. Harker. 2001. Texture. The Horticulture and Food Research Institute of New Zealand Ltd. New Zealand.
- AOAC. 1984. Official Methode of Analysis of Association of Chemists. North Ninethenth Street 201. Virginia.
- Anonimous. 2007. Pengolahan tepung tapioka. Sipuk-Bank Sentral Republik Indonesia.
- Asnawi, R. 2003. Analisis fungsi produksi usahatani ubikayu dan industri tepung tapioka rakyat di Provinsi Lampung. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung. *J. Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* Vol. 6, No. 2. Juli 2003: 131-140.

- Haque, Z.U and T. Ji. 2003. Cheddar whey processing and source: effect on non-fat ice cream and yoghurt. *J. of Food Science and Technology*. 38: 463-473.
- International Starch Institute. 1999. Determination of starch in tubers by under water weight. Science Park Aarhus. Denmark
- Kartasapoetra, A. G. 1994. *Teknologi Penanganan Pasca Panen*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Keputusan Menteri Pertanian (KMP). 2000. Pelepasan ubi kayu Klon Uj – 5 sebagai varietas unggul dengan nama Uj– 5. Nomor: 82/Kpts/Tp.240/2/ 2000. Jakarta.
- Rubatzky, V. E dan Yamaguchi. 1998. *Sayuran Dunia: Prinsip, Produksi dan Gizi*. Jilid 1. ITB. Bandung.
- Seisakusho, Ltd. Fruit Hardness Tester. Manufactures and Distributors of Agricultural and General Laboratory Equipment. Kiya No. 166-E Tokyo. Japan.
- Steel, R.G.D dan J.H. Torrie. 1995. *Prinsip dan Prosedur Statistika: Suatu Pendekatan Biometrik*. PT. Gramedia Pustaka Umum. Jakarta.
- Wills, R.B.H., Lee, T.H., Graham,D., McGlason, W.B., and Hall, E.G. 2005. Postharvest: An introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. 2nd Ed. AVI Publ..Co.
- Zamhuri, Y dan D.R. Pratiwi. 2007. Prosedur pengambilan sampel dan pengukuran kadar pati singkong. PT. Madusari Lampung Indah. Lampung Timur.