

PENGARUH IRADIASI BERKAS ELEKTRON
PADA KULIT SINGKONG TERHADAP KENAIK
AN HIDROLISIS ENZIMATIS SELULOSANYA

Erizal, Basril A., Taty E dan
dan Rahayu Ch

PENGARUH IRADIASI BERKAS ELEKTRON PADA KULIT SINGKONG
TERHADAP KENAIKKAN HIDROLISIS ENZIMATIS SELULOSANYA .

Erizal *, Basril A. *, Taty E. *, dan Rahayu C *.

ABSTRAK

PENGARUH IRADIASI BERKAS ELEKTRON PADA KULIT SINGKONG TERHADAP KENAIKKAN HIDROLISIS ENZIMATIS SELULOSANYA. Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh iradiasi berkas elektron pada kulit singkong untuk menaikkan hidrolisis enzimatis selulosanya. Kulit singkong kering dalam bentuk serpihan (tebal =2 mm) dan serbuk (200 mesh) hasil pencucian dengan air, dan perendaman dalam NaOH 2% (perlakuan kimia) dikemas dalam kantong polietilen. Selanjutnya diiradiasi dengan berkas elektron (300 Kev, 50 mA) pada dosis 100, 300, dan 500 kGy. Didapatkan bahwa dengan meningkatnya dosis iradiasi hingga 500 kGy, kandungan lignin dari kulit singkong relatif tidak berubah, kandungan selulosa menurun sebesar $\pm 50\%$, dan spektra infra merah selulosa berubah pada bilangan gelombang 1740 cm^{-1} . Pada reaksi enzimatis didapatkan bahwa dengan meningkatnya dosis iradiasi, kandungan glukosa hasil reaksi enzimatis baik dari kulit singkong dalam bentuk serpihan maupun serbuk meningkat sekitar 10 -20 % dibandingkan kontrol. Hasil glukosa dari kulit singkong setelah reaksi enzimatis baik dari bentuk serpihan maupun serbuk yang direndam dalam NaOH (perlakuan kimia), kemudian diiradiasi hingga 500 kGy berkisar antara 1.5 -2 X lebih besar dibandingkan kontrol.

* Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta

ABSTRACT

THE EFFECT OF ELECTROM BEAM PRETREATMENTS OF CELLULOSE CASSAVA SKIN ON THE ENHANCEMENT OF ENZYMATIC HYDROLYSIS. The effects of electron beam pretreatments of cellulose cassava skin for the enhancement of enzymatic hydrolysis have been carried out. The chips (thickness=2 mm) and powder (200 mesh) of dried skin cassava prepared by washing in water, and soaking in NaOH 2% (chemical treatment) were packed in polyethylene bags . Then, irradiated by electron beam (300 Kev, 50 mA) with the doses of 100, 300, and 500 kGy. It was found that as the irradiation increases the lignin content did not change but the cellulose content decreases approximately $\pm 50\%$, and the infra red spectra of cellulose changed at 1740 cm^{-1} , relatively. The glucose yields from the enzymatic hydrolysis of chips and powder of cassava skin treated by irradiation were at range 10-20 % more higher than untreated samples. The glucose yields from the enzymatic hydrolysis of cassava skin treated by combination treatment of chemical and irradiation were at a range 1.5 to 2 times more higher compared to the untreated samples.

PENDAHULUAN

Kulit singkong merupakan salah satu jenis limbah pertanian yang jumlahnya relatif besar di Indonesia dan umumnya digunakan untuk makanan hewan, pemupukan, dan dibuang tanpa dimanfaatkan. Pada umumnya limbah pertanian mengandung komponen senyawa kimia yang potensial sebagai sumber bahan baku atau energi a.l selulosa, lignin, dan hemiselulosa. Masalah yang umum dihadapi untuk pengolahan limbah pertanian terutama dalam pemanfaatan polimer selulosa untuk menjadi bahan baku kimia misalnya glukosa adalah adanya struktur kristal pada selulosa yang sukar didegradasi secara enzimatik dan adanya lignin yang menghambat enzim untuk bereaksi dengan selulosa (1). Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dicoba menggunakan berkas elektron sebagai alat bantu untuk menaikkan

degradasi selulosa kulit ari singkong , sehingga dalam reaksi enzimatik selulosanya lebih mudah dihidrolisis .

BAHAN DAN METODE.

Bahan. Kulit singkong yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit luar (kulit ari) yang berwarna coklat diperoleh dari Balai Perkebunan Cikemuh, Bogor. Pereaksi NaOH, dan CH_3COOH yang dipakai adalah kualitas p.a. . Enzim selulase diperoleh dari NAGASE BIOCHEMICALS Ltd. , Jepang.

Persiapan sampel dan Iradiasi

Kulit ari singkong dalam bentuk serpihan yang telah bersih dari kotoran hasil pencucian dengan air , dijemur dibawah sinar matahari hingga kadar air $\pm 10\%$, lalu sebagian dari bentuk serpihan ini digiling hingga ukuran 200 mesh. Kemudian sebagian sampel ini direndam dalam NaOH 2% selama 24 jam, lalu dinetralkan dengan asam asetat , dicuci dengan air , dikeringkan hingga kadar air 10 % . Selanjutnya sampel-sampel tersebut dimasukkan dalam kantong polietilen dan diratakan dengan mesin pres pada tekanan $325 \text{ cm}^2/\text{g}$ dan ketebalan $\pm 2\text{mm}$, lalu diiradiasi dengan berkas elektron tipe "Scanning" EPS-300 (300 Kev, 50 mA) pada dosis iradiasi 100, 200,300, dan 500 kGy. Diagram alir percobaan ini disajikan pada Gambar 1.

Penentuan kadar lignin. Kandungan lignin dari sampel

ditentukan berdasarkan uji contoh Standar Industri Indonesia dengan metode Klason (2)

Kadar lignin dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Kadar lignin (\%)} = A/B \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

A= berat endapan lignin yang dihasilkan dari ekstraksi
si contoh dalam H₂SO₄ (g)

B= berat contoh kering (g)

Penentuan kadar selulosa

Kandungan selulosa dari contoh ditentukan berdasarkan standar uji contoh Standar Industri Indonesia (3). Kadar selulosa dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Kadar selulosa (\%)} = C/D \times 100 \dots\dots\dots(2) \quad C =$$

berat endapan contoh yang tersisa hasil ekstraksi contoh dengan NaOH 8,3 % (g)

D = berat kering contoh (g)

Hidrolisis enzimatis

Reaksi enzimatis dari kulit singkong dilakukan dalam shaker inkubator buatan KOTTERMAN. 0,1 g sampel dimasukkan ke dalam larutan enzim selulase 5 % (b/v) dalam bufer asetat (pH=5). Reaksi enzimatis dilakukan pada suhu 40^o C selama 24 jam. Kadar glukosa hasil reaksi ditentukan dengan menggunakan pereaksi "Gold Polk" pada = 505 nm menggunakan spektrofotometer UV-VIS lambda 5 Perkin Elmer . Untuk memudahkan rekasi enzimatis dari kulit singkong bentuk serpihan dilakukan penggilingan hingga

ukuran 200 mesh , selanjutnya dilakukan reaksi enzimatis .
Kadar glukosa hasil reaksi dihitung berdasarkan persamaan
berikut ;

$$\text{Kadar glukosa (\%)} = E/F \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

E = berat glukosa hasil hidrolisis F = berat
selulosa awal dari sampel

Pengukuran spektra infra merah

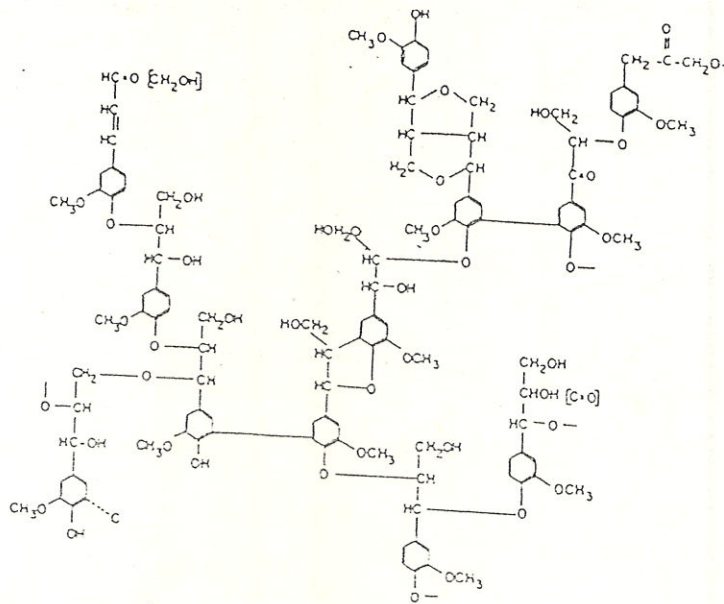
2 mg sampel ukuran 200 mesh dicampur hingga homogen
dengan 200 mg KBr, lalu dibentuk pelet . Selanjutnya
spektra infra merah dari sampel diamati menggunakan
spektrometer IR buatan SHIMADZU pada bilangan gelombang
antara 1500 sampai 2000 cm^{-1} .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh iradiasi pada lignin dan selulosa kulit ari singkong

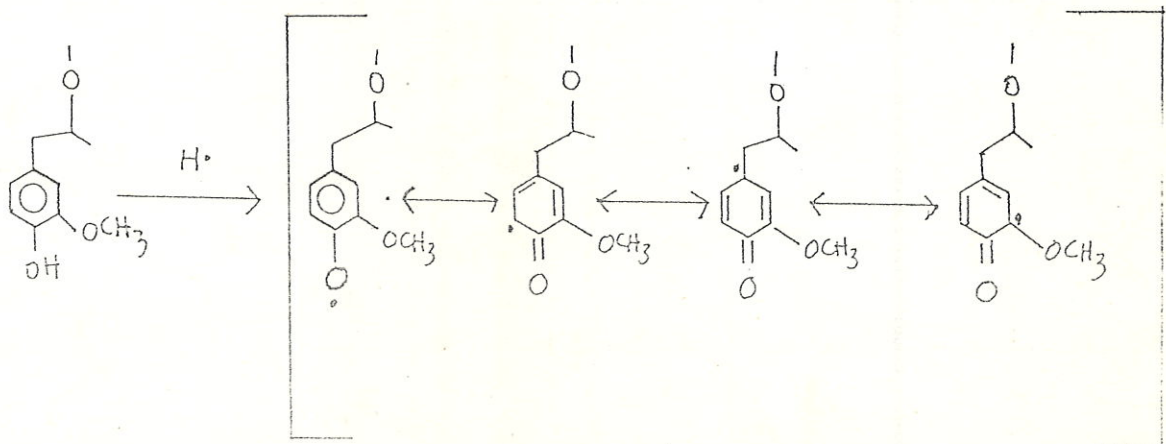
Pengaruh iradiasi pada kandungan lignin dan selulosa
kulit singkong disajikan pada Tabel 1. Terlihat bahwa
dengan meningkatnya dosis iradiasi kandungan lignin relatif

tidak berubah , sedang kandungan selulosa secara efektif menurun pada dosis > 100 kGy yaitu sebesar $\pm 50 \%$ dibandingkan kontrol (0 kGy). CUAQUI dkk. (4) melaporkan bahwa pada pengujian kualitatif, iradiasi dapat merubah struktur lignin (I) menjadi bentuk senyawa lain (reaksi

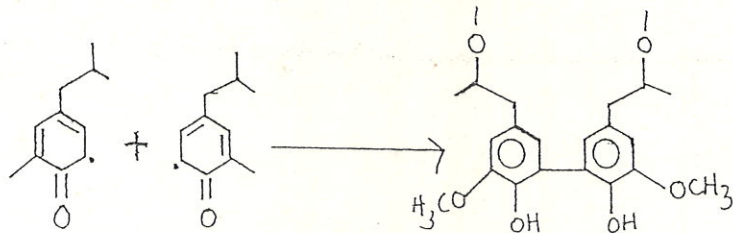


Lignin (8)

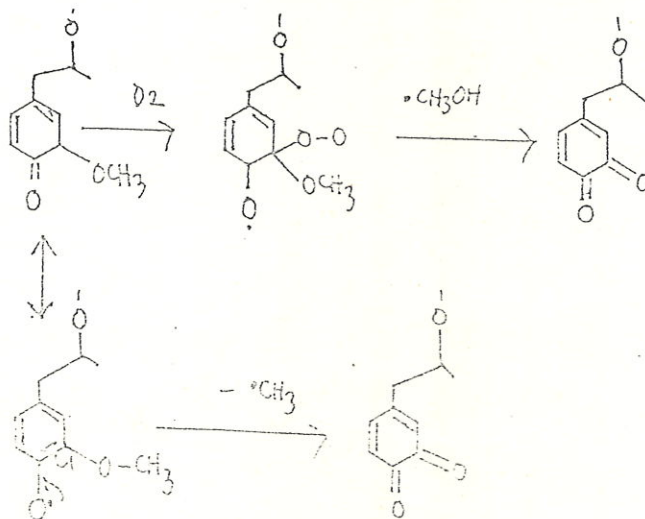
pada rentang dosis iradiasi 10-30 kGy dan mendegradasi lignin pada dosis iradiasi >50 kGy. Salah satu reaksi yang mungkin terjadi akibat radiasi pada molekul lignin adalah pembentukan radikal penoksil yang relatif stabil dengan adanya resonansi, reaksinya adalah sebagai berikut :



Kemudian radikal ini dapat bereaksi dengan lainnya membentuk molekul yang lebih besar (dipolimerisasi), reaksinya adalah sebagai berikut ;



Atau radikal ini dapat terdegradasi disebabkan reaksi oksidasi, yang reaksinya adalah sebagai berikut ;



Tidak terlihat adanya penurunan kandungan lignin dari hasil penelitian ini mungkin disebabkan karena adanya senyawa -senyawa hasil polimerisasi atau degradasi dari lignin akibat iradiasi tidak dapat dipisahkan dari lignin awal menggunakan analisa secara kuantitatif metoda KLASON. Pada Tabel 1 terlihat bahwa iradiasi sampai 100 kGy rela-

tif tidak menyebabkan penurunan kandungan selulosa dari kulit ari singkong, sedang pada dosis > 100 kGy terlihat penurunan kandungan selulosa sebesar $\pm 50\%$. Penurunan kandungan selulosa pada dosis > 300 kGy mungkin disebabkan reaksi degradasi pada selulosa, yang terjadi secara non-selektif dan pemecahan ikatannya terjadi secara acak (4,5).

Pengaruh iradiasi pada kulit singkong bentuk serpihan dan serbuk dalam menghasilkan glukosa setelah reaksi enzimatis.

Kadar glukosa yang dihasilkan dari kulit ari singkong bentuk serpihan dan serbuk yang diiradiasi sampai dosis 500 kGy yang selanjutnya dihidrolisis secara enzimatis disajikan pada Gb. 2. Terlihat bahwa pada dosis iradiasi 100 kGy kadar glukosa yang dihasilkan relatif tidak berubah baik untuk kulit ari singkong dalam bentuk serpihan maupun serbuk dibandingkan kontrol (0 kGy). Tetapi pada dosis iradiasi > 300 kGy kadar glukosa menaik sebesar 10-20 % dibandingkan kontrol, dengan kenaikan kadar glukosa pada bentuk serbuk 1.5-2 X lebih besar dibandingkan bentuk serpihan. Hal ini mungkin disebabkan sebagian dari lignin dan selulosa pada proses penggilingan terdegradasi (7), dan pada proses iradiasi proses degradasi ini menaik sehingga reaksi enzimatis lebih mudah dibandingkan kulit ari singkong bentuk serpihan.

Pengaruh perlakuan kimia dan iradiasi.

Hubungan kadar glukosa dan iradiasi dari kulit ari singkong yang diperlakukan cara kombinasi kimia dan iradiasi disajikan pada Gambar 3 dan 4. Terlihat bahwa dengan meningkatnya dosis iradiasi sampai 500 kGy kadar glukosa yang dihasilkan dari kulit ari singkong baik dalam bentuk serpihan maupun serbuk yang diperlakukan dengan cara kombinasi kimia dan iradiasi yang selanjutnya dihidrolisis enzimatis adalah 1.5 -2 x lebih besar dibandingkan kontrol (hanya perlakuan iradiasi). Hal ini mungkin disebabkan perlakuan kimia (perendaman dalam NaOH) sebelum iradiasi dapat menurunkan derajat polimerisasi dari selulosa (1), dan dikombinasikan dengan iradiasi mendegradasi selulosa relatif lebih besar dibandingkan tanpa perlakuan kimia sehingga reaksi enzimatis relatif lebih mudah.

Spektra infra merah selulosa kulit ari singkong

Spektra infra merah dari selulosa yang diiradiasi dan tidak diiradiasi disajikan pada Gambar 5. Terlihat bahwa spektra infra merah dari selulosa yang diiradiasi > 200 kGy berubah pada bilangan gelombang 1740 cm^{-1} dengan terbentuknya satu puncak baru yang menunjukkan adanya gugus aldehida (5,6). Hal ini mungkin disebabkan terjadinya reaksi oksidasi glukosa dari selulosa selama proses iradiasi, yang reaksinya adalah sebagai berikut ;



KESIMPULAN.

Dari penelitian dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu ;

1. Iradiasi pada kulit singkong hingga 500 kGy menyebabkan penurunan kandungan selulosa , dan kandungan lignin relatif tidak berubah.
2. Perlakuan iradiasi pada kulit singkong dapat menaikkan hidrolisis enzimatis selulosanya , dan perlakuan kombinasi kimia + iradiasi dapat menaikkan hidrolisis selulosanya lebih besar dibandingkan tanpa perlakuan kombinasi .
3. Iradiasi kulit singkong dalam bentuk serbuk menghasilkan glukosa yang relatif besar dibandingkan bentuk serpihan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada sdr. Nursyamsu dari BBS, Bandung yang telah memberikan saran-saran dalam penelitian ini. Ucapan yang sama disampaikan pada rekan-rekan dari fasilitas elektron beam , PAIR-BATAN , serta sdr. Taufik R. dan sdr Sarmili yang telah banyak memberuikan bantuan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. PERLMAN, D., " Annual Reports on Fermentation Processes", American Chem. Society , Academic Press , Inc. New York, Volume 2 , 1978.
2. ANONIM, " CARA UJI KADAR LIGNIN KAYU DAN PULP ", STANDAR INDUSTRI INDONESIA, 1981
3. ANONIM, " CARA UJI KADAR SELULOSA DALAM PULP ", STANDAR INDUSTRI INDONESIA, 1981
4. CHUAQUI, C.A., MERRIT, J.A., WHITEHOUSE, R., and KHAN, Z., Radiation effects on wood components , Proceeding of the seventh Canadian Bioenergy R & D , Ottawa (1989).
5. Ma , Z.T., and ZHOU , R.M., Radiation degradation of short cotton litters, Radiat. Phys. Chem. 25 (1985) 893.
6. SZYMANSKI, H.A., " Interpreted Infra Red Spectra " Plenum Press data Division , New York , 1966
7. WILKE, C.R., and MITRA , G., Process development studies on enzymatic hydrolisis of cellulose , Biotech. Bioeng. Symp. Interscience, 5 (1975) 253.
8. STEVENSON, F.J., "Humus Chemistry " , John Wiley & Sons, (285) 1982.

Tabel 1. Pengaruh iradiasi pada kandungan lignin dan selulosa kulit singkong.

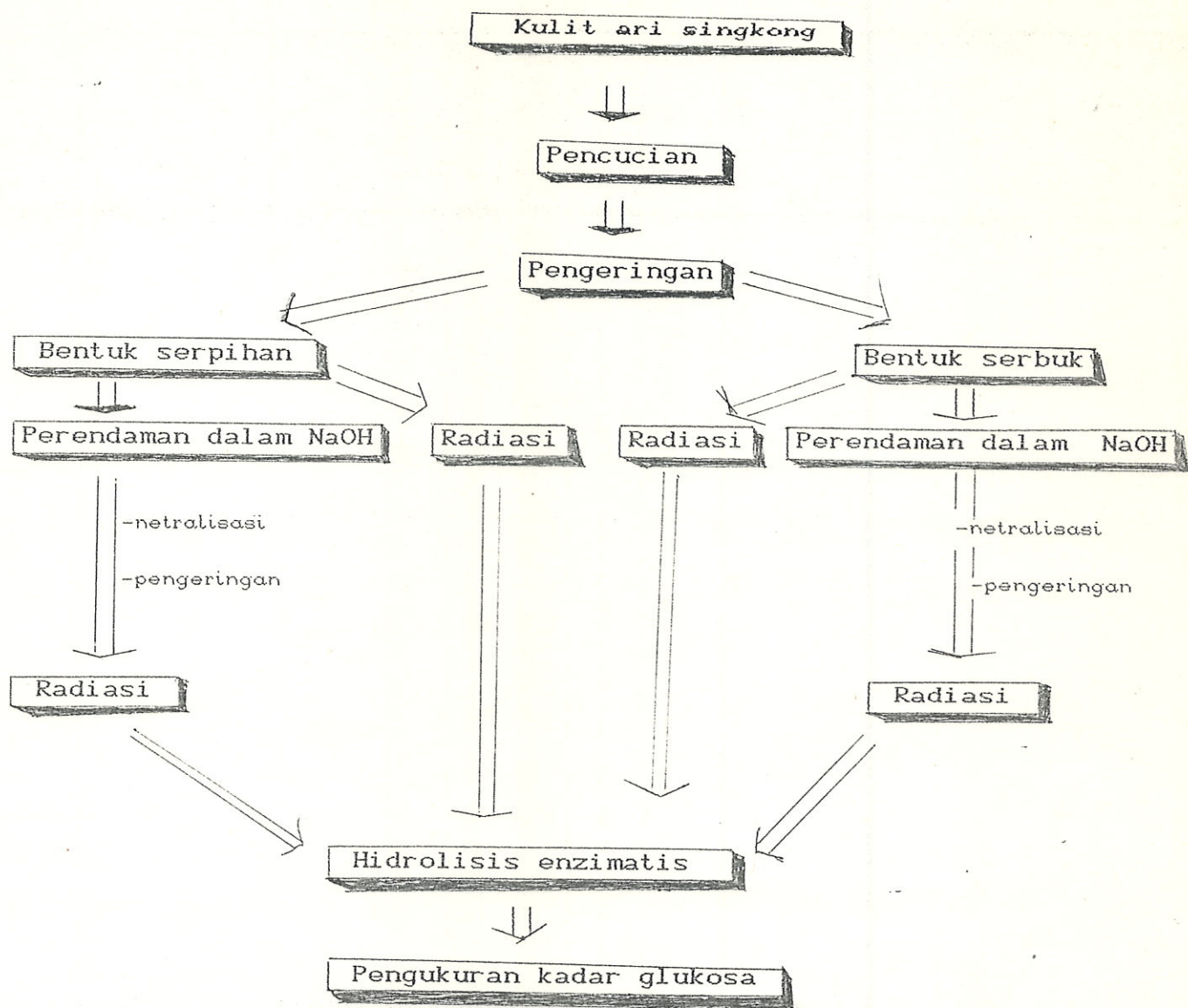
Dosis (kGy)	Lignin (%)	Selulosa (%)
0	55,69 ± 0,13	20,74 ± 0,07
100	54,35 ± 0,07	19,85 ± 0,02
300	54,59 ± 0,02	10,07 ± 0,05
500	54,69 ± 0,06	9,95 ± 0,03

Tabel 2. Hubungan dosis iradiasi dengan kadar glukosa(%) hasil hidrolisis enzimatis dari kulit singkong kering serpihan yang diperlakukan pencucian dengan dan tanpa NaOH.

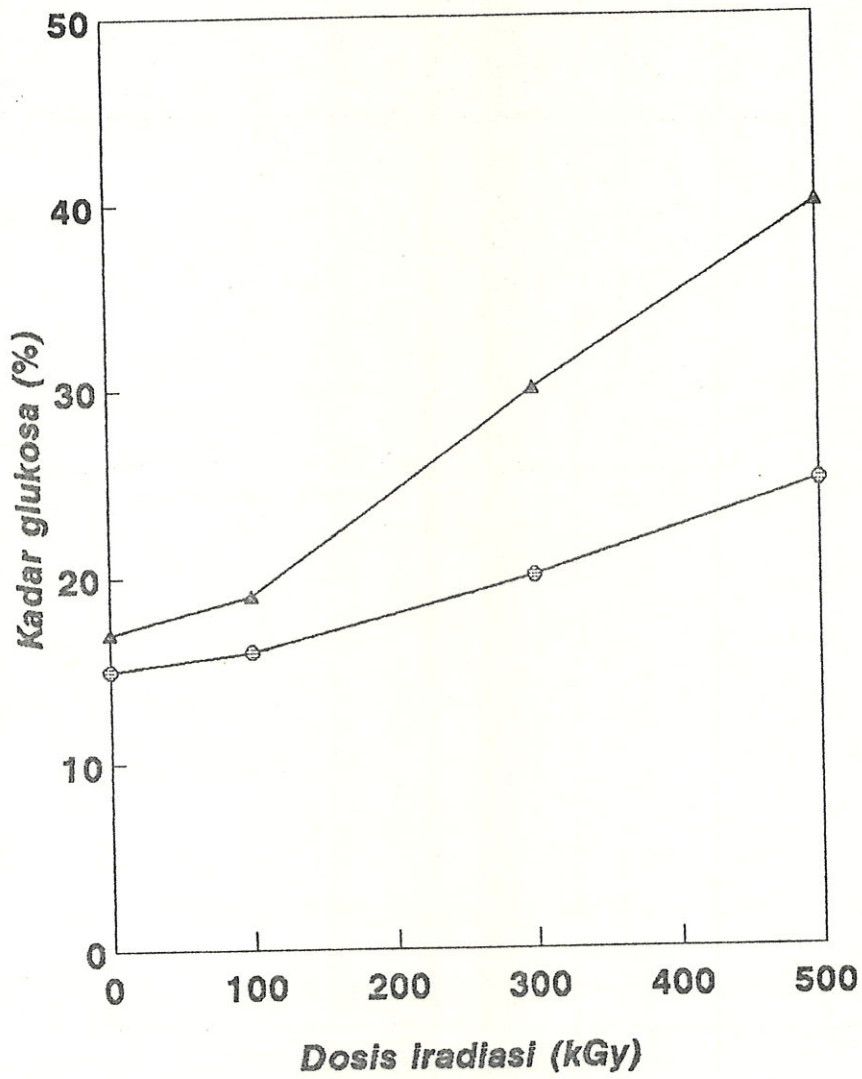
Perlakuan Dosis (kGy)	NaOH	
	dengan NaOH	tanpa
0 0,00	15,00 ± 0,00	15,00 ±
100 0,91	19,54 ± 0,05	17,86 ±
300 0,05	20,25 ± 0,39	18,42 ±
500 0,20	25,98 ± 0,38	20,09 ±

Tabel 3. Hubungan antara dosis iradiasi dengan kadar glukosa(%) hasil hidrolisis enzimatis dari kulit singkong bentuk serbuk yang diperlakukan dengan dan tanpa NaOH.

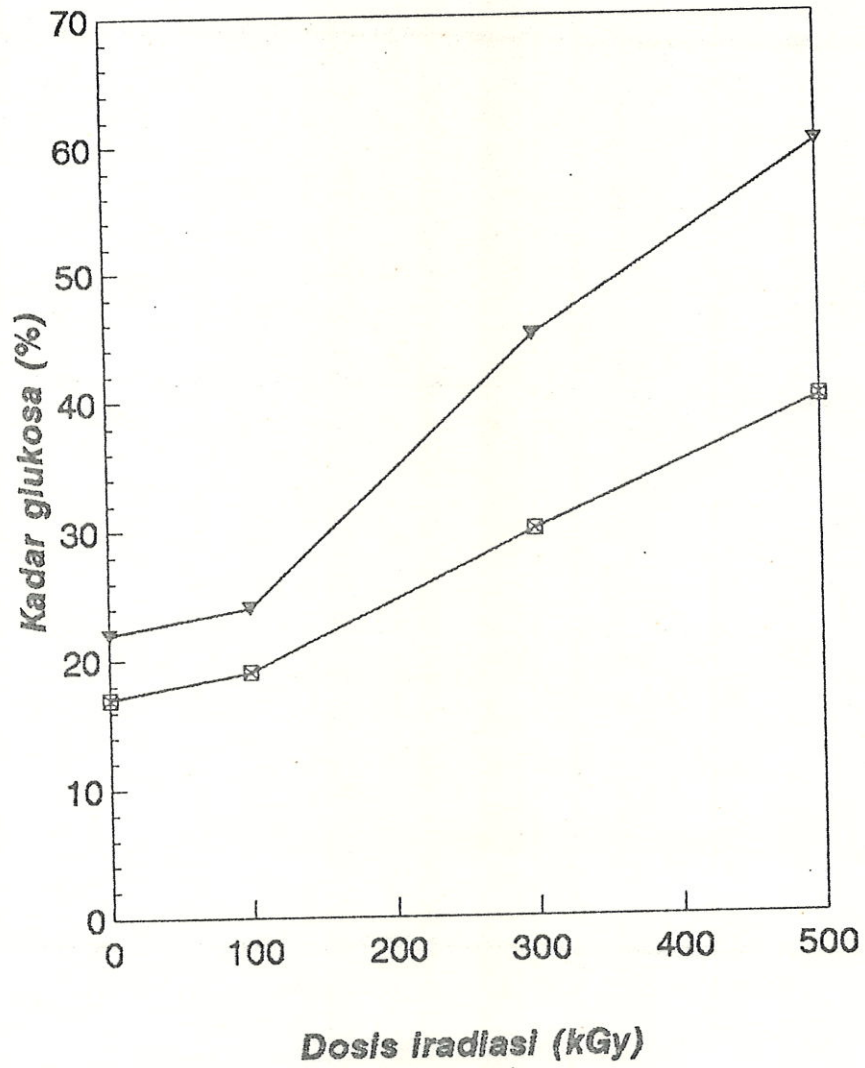
Dosis (kGy)		Perlakuan	
dengan NaOH	tanpa NaOH		
0 ± 0,06		22,26 ± 0,10	15,20
100 ± 0,08		25,83 ± 0,15	20,05
300 ± 0,09		40,25 ± 0,12	24,58
500 ± 0,07		50,15 ± 0,27	35,45



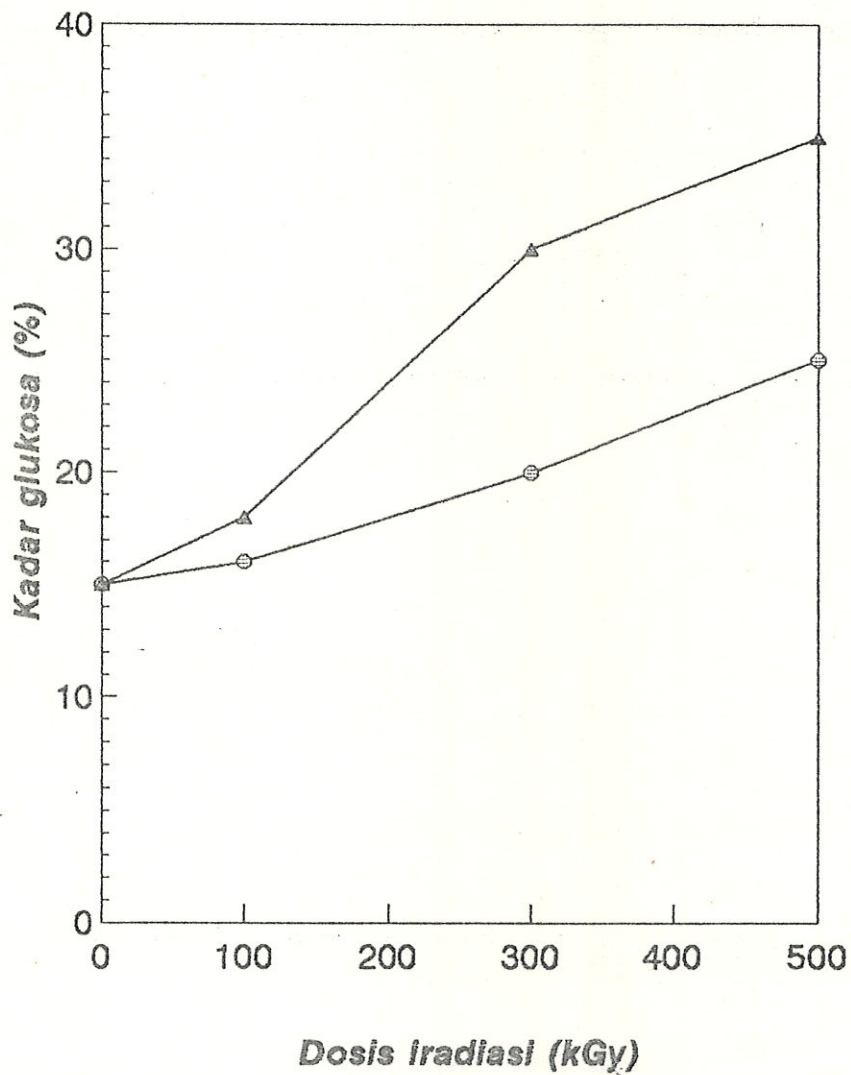
Gambar 1. Diagram alir percobaan



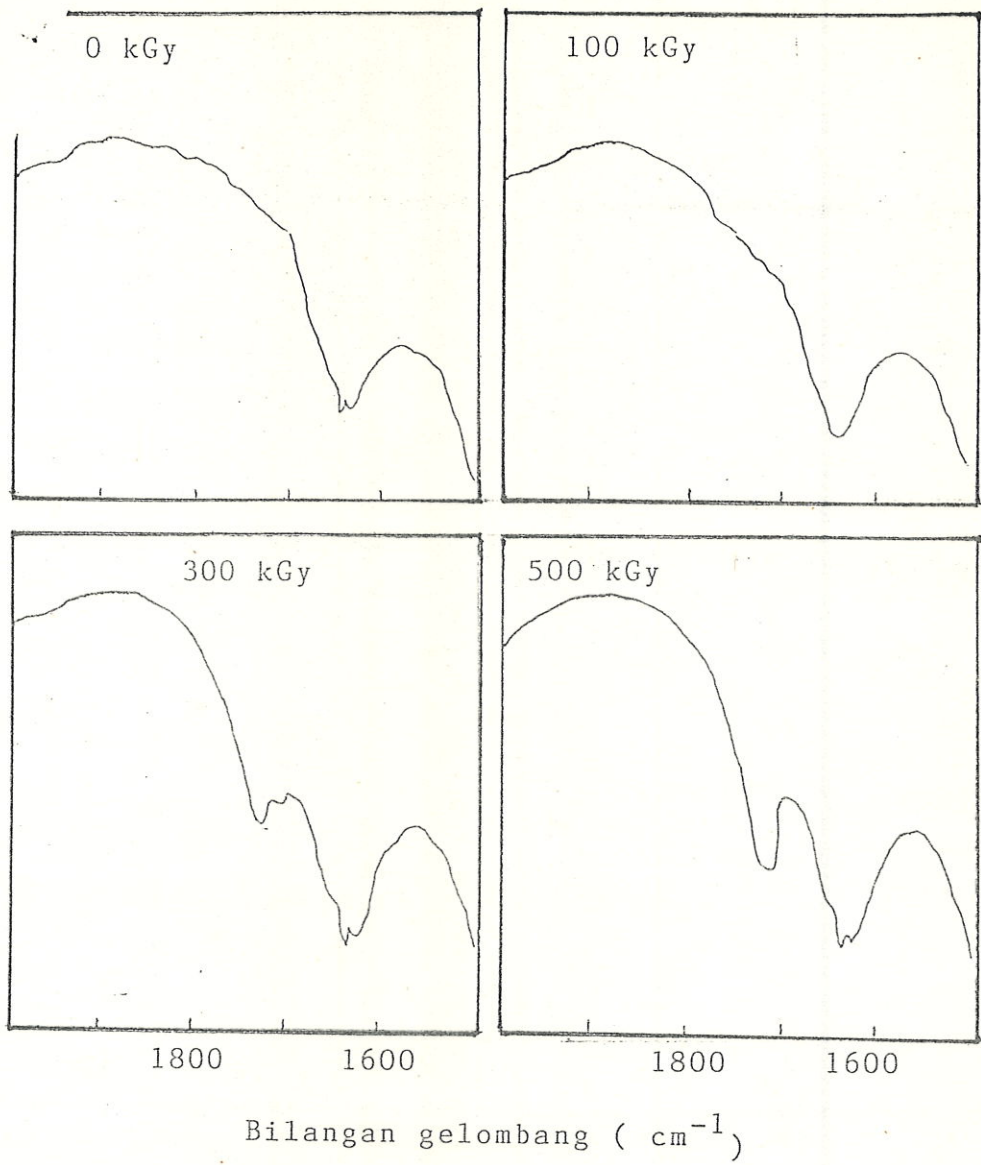
Gambar 2. Hubungan dosis iradiasi dan kadar glukosa hasil hidrolisis enzimatis kulit ari singkong dalam bentuk :
 (△) Serbuk 200 mesh (○) serpihan



Gambar 3. Hubungan dosis iradiasi dengan kadar glukosa hasil hidrolisis enzimatis kulit ari singkong serbuk yang diperlakukan : (Δ) direndam dalam NaOH. (\square) tanpa perendaman



Gambar 4. Hubungan dosis iradiasi dengan kadar glukosa hasil hidrolisis enzimatis kulit ari singkong serpihan yang diperlakukan :
 (Δ) direndam dalam NaOH (o) tanpa perendaman



Gambar 5. Spektra infra merah selulosa