

BAB 5

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

5.1 Ekstraksi Simplisia Serbuk Daun Binahong

Simplisia serbuk daun binahong (*Anredera cordifolia*) diekstraksi menggunakan metode maserasi. Pelarut yang digunakan adalah etanol 70%. Perbandingan simplisia serbuk daun binahong dengan pelarutnya adalah 1:5. Dalam penelitian ini dilakukan proses ekstraksi sebanyak dua kali. Pada proses ekstraksi pertama digunakan 400,26 gram serbuk simplisia daun binahong dengan 2 liter etanol 70%. Proses maserasi selama 24 jam diikuti dengan remaserasi sebanyak dua kali untuk mendapatkan maserat. Selanjutnya dilakukan proses *rotary evaporator* untuk memisahkan pelarut dalam maserat sehingga diperoleh ekstrak kental daun binahong sebanyak 54,47 gram. Ekstrak kental ini dikeringkan menggunakan metode *freeze drying* di Laboratorium Biokimia Universitas Brawijaya selama 24 jam hingga menjadi serbuk. Bobot ekstrak setelah *freeze drying* pertama sebesar 45,68 gram. Hasil dari *freeze drying* pertama ini tidak bisa menjadi serbuk kering. Penyusutan ekstrak kental menjadi ekstrak kering sebesar 16,1%.

Ekstraksi kedua menggunakan simplisia serbuk daun binahong sebanyak 260 gram dan 1,3 liter pelarut etanol 70% dengan metode yang sama. Setelah proses *rotary evaporator* diperoleh ekstrak kental binahong sebanyak 47,06 gram. Selanjutnya dilakukan proses *freeze drying* dari hasil ekstraksi pertama dan hasil ekstraksi kedua (ekstrak kental) di Laboratorium LPPT UGM selama ± 48 jam. Diperoleh ekstrak yang lebih kering menyerupai serbuk dengan berat total 69,83 gram. Ekstrak berwarna hijau kehitaman, berbau khas binahong, dan

berasa pahit. Penyusutan ekstrak kental menjadi ekstrak kering setelah *freeze drying* kedua sebesar 31,2%. Randemen ekstrak binahong sebesar 10,6%.

5.2 Analisis Spektrofotometer Nanokapsul Enzim

Analisis spektrofotometer UV-VIS pada penelitian ini bertujuan untuk mencari panjang gelombang maksimum dan absorbansi dari nanokapsul enzim glukosa oksidase dan katalase. Dalam penelitian ini menggunakan Spektrofotometer UV-Vis *double beam* di laboratorium farmasetik prodi farmasi Universitas Brawijaya. Rentang panjang gelombang yang digunakan adalah 200-600 nm. Pengambilan sampel dilakukan pada tahapan tertentu proses pembuatan nanokapsul enzim glukosa oksidase (GOx) dan katalase (CAT). Blanko yang digunakan berupa larutan buffer natrium karbonat-bikarbonat 0,05M pH 8,5. Pertama dilakukan pengukuran menggunakan 2 kuvet berisi blanko, selanjutnya hanya satu kuvet blanko yang digunakan. Setiap kali mengganti sampel, kuvet dibilas dengan aquades sebanyak dua kali. Sampel pertama berupa larutan enzim glukosa oksidase atau katalase dalam buffer natrium karbonat-bikarbonat 0,05M dengan konsentrasi 3 mg/ml. Sampel kedua berupa larutan enzim GOx atau CAT setelah proses dialisis. Sampel ketiga berupa larutan enzim GOx atau CAT setelah proses inkubasi dalam medium gas nitrogen.

Berikut ini hasil pengukuran panjang gelombang larutan nanokapsul enzim menggunakan spektrofotometer UV-Vis:

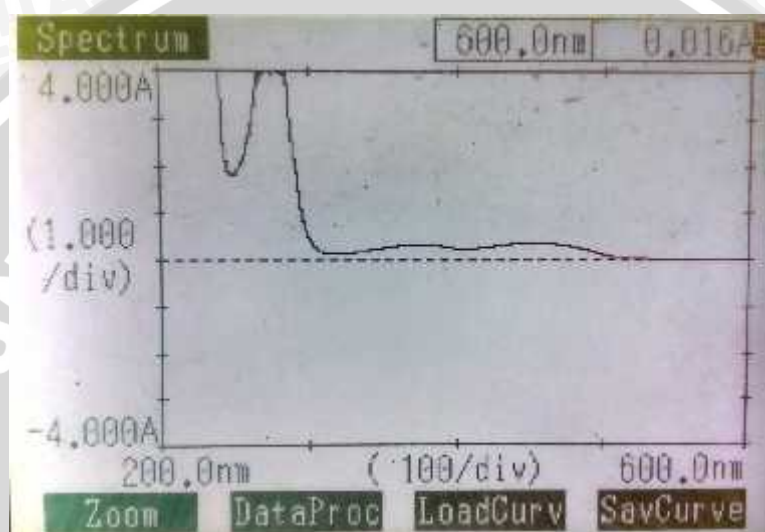
a) Sampel larutan enzim GOx dalam buffer Na karbonat-bikarbonat

0,05 (12 mg/4ml)

Rentang panjang gelombang = 200-600 nm

Panjang gelombang maksimum = 451,60 nm

Absorbansi = 0,387



Gambar 5.1 Spektrum larutan GOx dalam buffer Na karbonat-bikarbonat pada rentang panjang gelombang 200-600 nm.

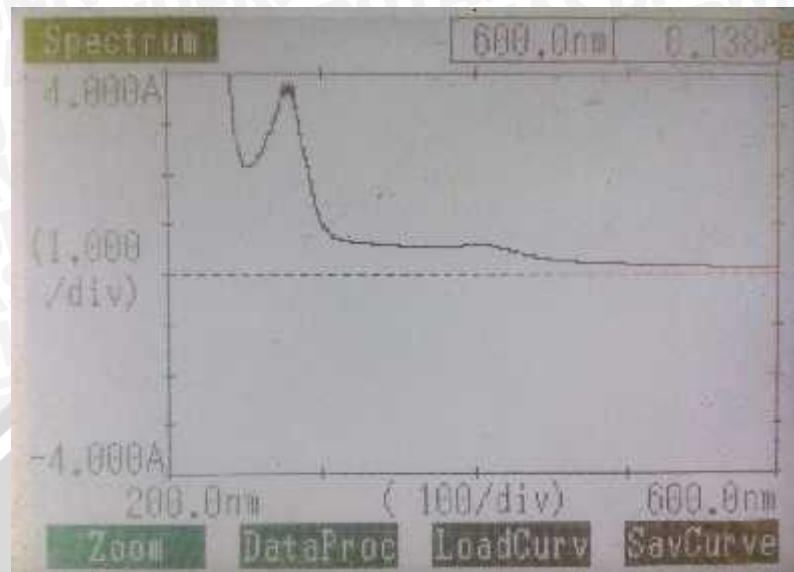
b) Sampel larutan enzim CAT dalam buffer Na karbonat-bikarbonat

0,05 (12 mg/4ml)

Rentang panjang gelombang = 200-600 nm

Panjang gelombang maksimum = 403,80 nm

Absorbansi = 0,596



Gambar 5.2 Spektrum larutan CAT dalam buffer Na karbonat-bikarbonat pada rentang panjang gelombang 200-600 nm.

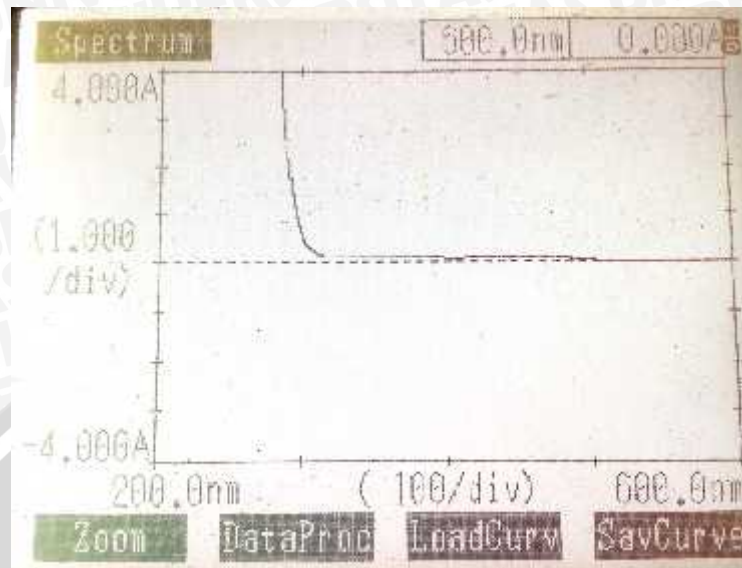
c) Sampel larutan enzim GOx setelah dialisis

Larutan enzim GOx mengandung komponen zat N-acryloxysuccinimide dan DMSO. Setelah dialisis, konsentrasi larutan dijadikan 1 mg/ml dengan penambahan buffer Na karbonat-bikarbonat 0,01 M.

Rentang panjang gelombang = 200-600 nm

Panjang gelombang maksimum = 452,60 nm

Absorbansi = 0,113



Gambar 5.3 Spektrum larutan enzim GOx setelah dialisis pada rentang panjang gelombang 200-600 nm.

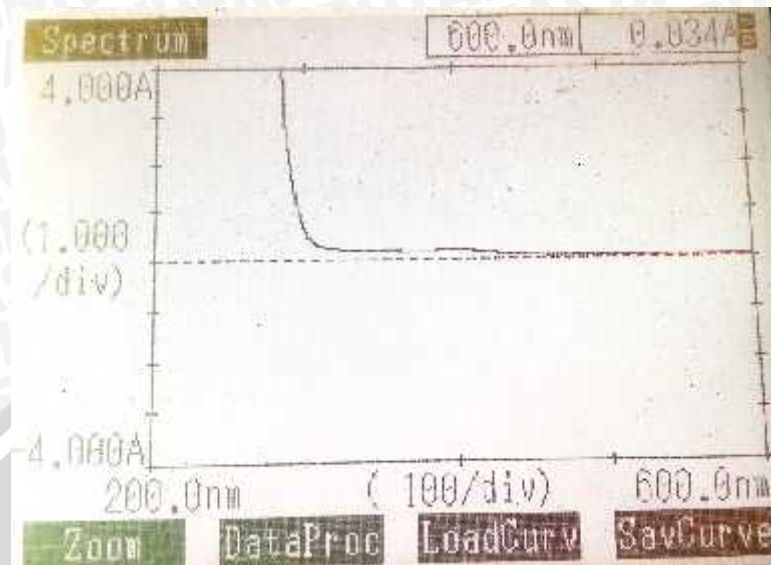
d) Sampel larutan enzim CAT setelah dialisis

Larutan enzim CAT mengandung komponen zat N-acryloxysuccinimide dan DMSO. Setelah dialisis, konsentrasi larutan dijadikan 1 mg/ml dengan penambahan buffer Na karbonat-bikarbonat 0,01 M.

Rentang panjang gelombang = 200-600 nm

Panjang gelombang maksimum = 405 nm

Absorbansi = 0,173



Gambar 5.4 Spektrum larutan enzim CAT setelah dialisis pada rentang panjang gelombang 200-600 nm

e) Sampel larutan enzim GOx setelah inkubasi nitrogen

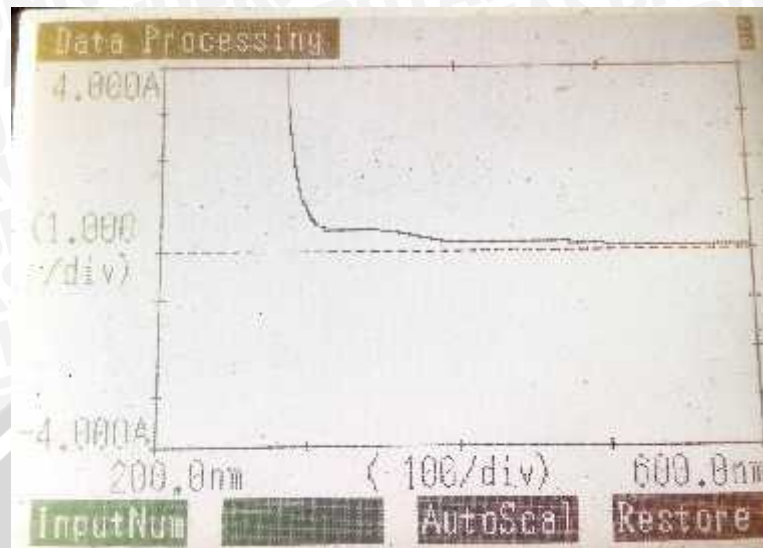
Larutan enzim GOx setelah inkubasi nitrogen merupakan larutan enzim GOx yang sudah didialisis kemudian ditambahkan dengan beberapa zat sebelum dilakukan inkubasi gas nitrogen. Zat tersebut antara lain monomer acrylamide, N-N'-methylenebisacrylamide, APMAAm, Ammonium persulfate, dan TEMED.

Rentang panjang gelombang = 200-600 nm

Panjang gelombang maksimum = 584,80 nm

Absorbansi = 0,098

Selain itu diukur pula pada panjang gelombang 562 nm menghasilkan absorbansi sebesar 0,077.



Gambar 5.5 Spektrum larutan enzim GOx setelah inkubasi gas nitrogen pada rentang panjang gelombang 200-600 nm

f) Sampel larutan enzim CAT setelah inkubasi nitrogen

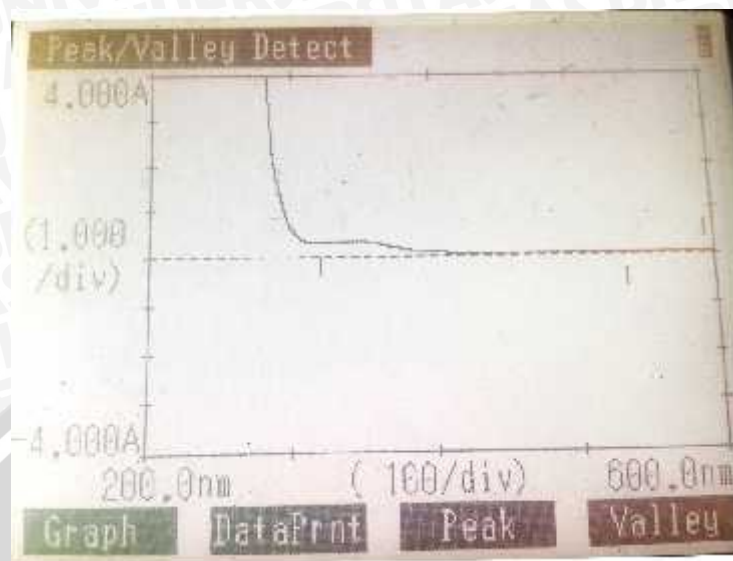
Larutan enzim CAT setelah inkubasi nitrogen merupakan larutan enzim CAT yang sudah didialisis kemudian ditambahkan dengan beberapa zat sebelum dilakukan inkubasi gas nitrogen. Zat tersebut antara lain monomer acrylamide, N-N'-methylenebisacrylamide, APMAAm, Ammonium persulfate, dan TEMED.

Rentang panjang gelombang = 200-600 nm

Panjang gelombang maksimum = 593,60 nm

Absorbansi = 0,049

Selain itu diukur pula pada panjang gelombang 562 nm menghasilkan absorbansi sebesar 0,031.



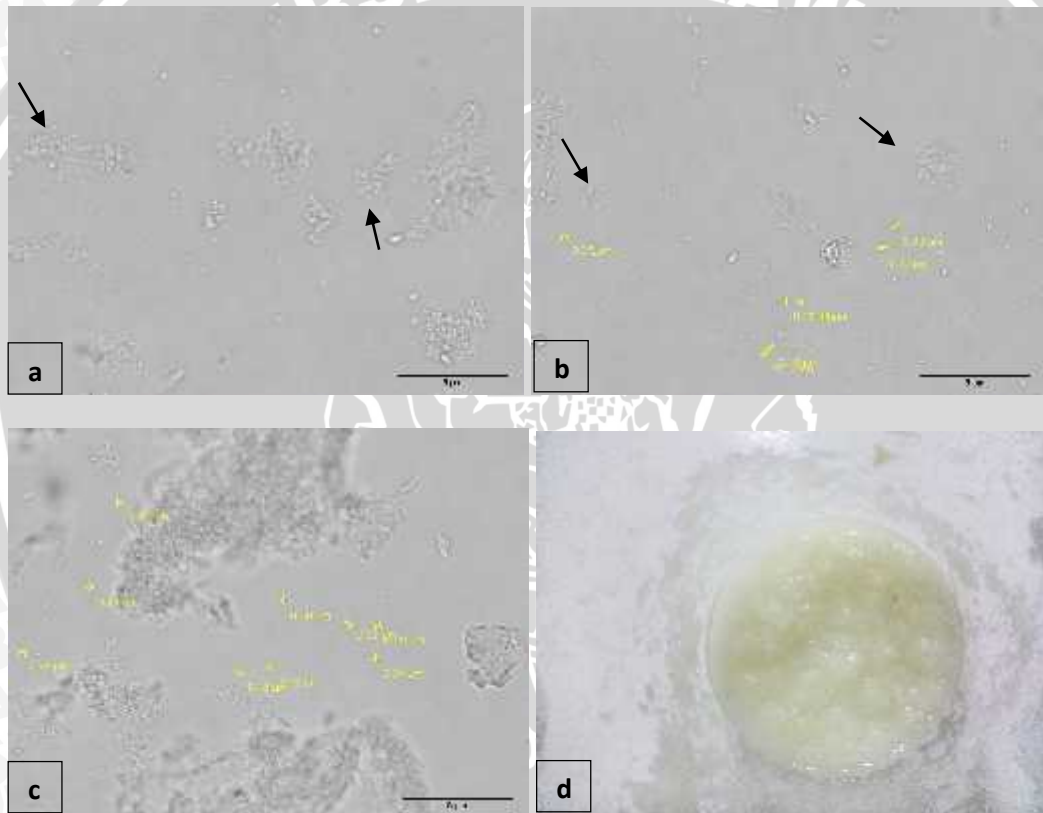
Gambar 5.6 Spektrum larutan enzim CAT setelah proses inkubasi nitrogen pada rentang panjang gelombang 200-600 nm

5.3 Mikrogel Close-loop Plasebo dan Mikrogel Close-loop Binahong

Proses pembuatan mikrogel *close loop* menggunakan metode menyerupai *electrospraying*, namun secara manual yaitu dengan cara menyemprotkan gel menggunakan *syringe* 1 ml dengan jarum ukuran 27 *gauge*. Campuran dari chitosan, ekstrak binahong, dan nanokapsul enzim membentuk gel berwarna hijau tua yang tidak kental menyerupai suspensi, sehingga dapat dengan mudah disemprotkan melalui jarum dengan kecepatan tinggi di atas larutan TPP 5%. Larutan TPP harus diputar dengan kecepatan tinggi pula agar terbentuk mikrogel. Selanjutnya dilakukan analisis mikroskop untuk mengetahui morfologi dan ukuran mikrogel yang sudah terbentuk.

Pada mikrogel plasebo, komponen ekstrak diganti dengan aquades namun dengan perbandingan/jumlah yang sama. Tekstur mikrogel plasebo lebih kenyal dan berwarna putih. Setelah diamati pada mikroskop dengan perbesaran

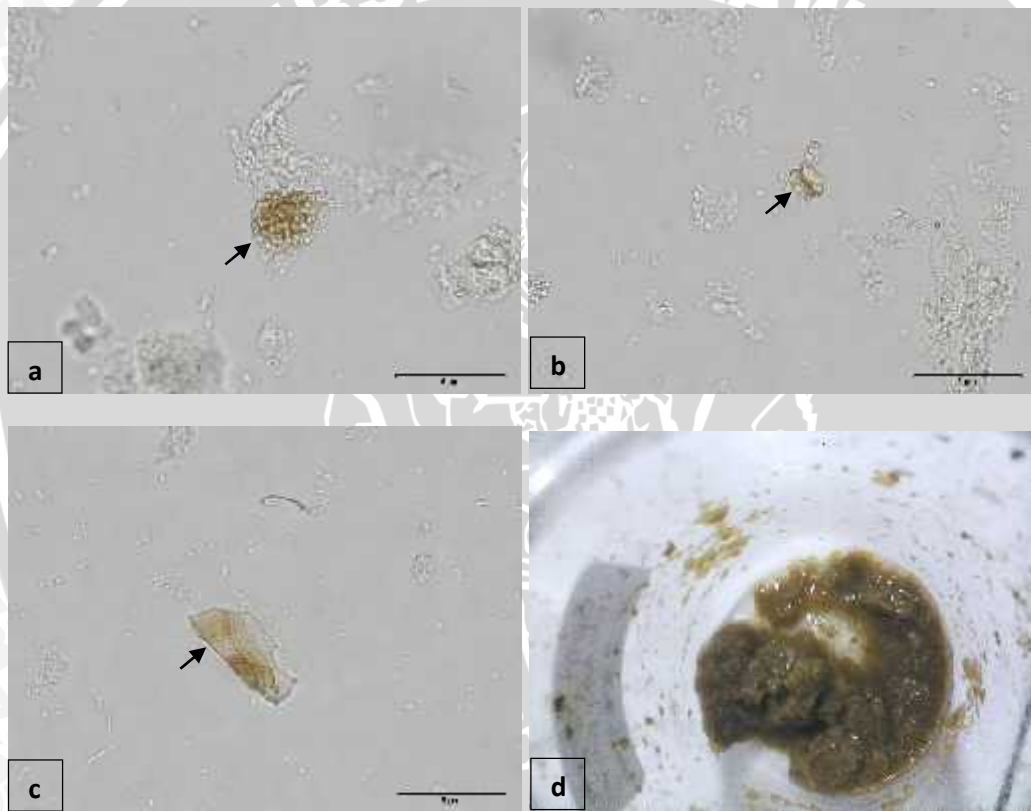
600x morfologi mikrogel plasebo umumnya tidak membentuk partikel yang sperik, tetapi tidak beraturan serta terdapat partikel-partikel yang berlekatan/bergerombol. Dalam enam lapang pandang dengan masing-masing perbesaran 600x, dapat teramati ukuran mikrogel plasebo (median (minimum-maksimum) sebesar 0,23 (0,12-0,40) μm). Partikel berukuran kecil tersebar dalam partikel berukuran besar. Berikut ini merupakan hasil mikroskop dari mikrogel plasebo:



Gambar 5.7 Mikrogel Close Loop Plasebo. Gambar a,b,c dalam perbesaran 600x. Mikrogel plasebo tampak transparan dan bentuknya tidak sperik. Tanda panah menunjukkan partikel yang berlekatan atau bergerombol. Gambar (d) penampilan visual mikrogel *close loop* plasebo berwarna putih

Mikrogel *close loop* binahong berwarna hijau tua dan memiliki tekstur lebih lunak dibandingkan mikrogel plasebo. Setelah diamati menggunakan mikroskop, morfologi mikrogel binahong umumnya tidak beraturan atau tidak memiliki bentuk

yang sperik serta banyak terdapat partikel yang saling berlekatan. Mikrogel berwarna kecoklatan di bagian tengah lalu dikelilingi oleh bagian yang tidak berwarna/transparan. Ukuran partikelnya juga tidak seragam. Partikel berukuran kecil tersebar diantara partikel berukuran besar. Rentang ukuran partikel mikrogel (median(minimum-maksimum) yang terlihat pada enam lapang pandang mikroskop pada perbesaran 600x yaitu 0,21 (0,17-0,53) μm . Berikut ini gambar mikroskop mikrogel binahong:



Gambar 5.8 Mikrogel Close Loop Binahong. Gambar (a), (b), dan (c) dalam perbesaran 600x. Tampak komponen berwarna kecoklatan di setiap inti mikrogel, yang merupakan komponen binahong. Bagian yang transparan merupakan komponen chitosan dan nanokapsul enzim yang menjerat/melingkupi ekstrak binahong. Gambar (d) mikrogel binahong berwarna hijau kecoklatan setelah dibilas dengan PBS 1x pH 7,4.

5.4 Berat Badan Tikus dan Asupan Pakan

5.4.1 Berat Badan Tikus

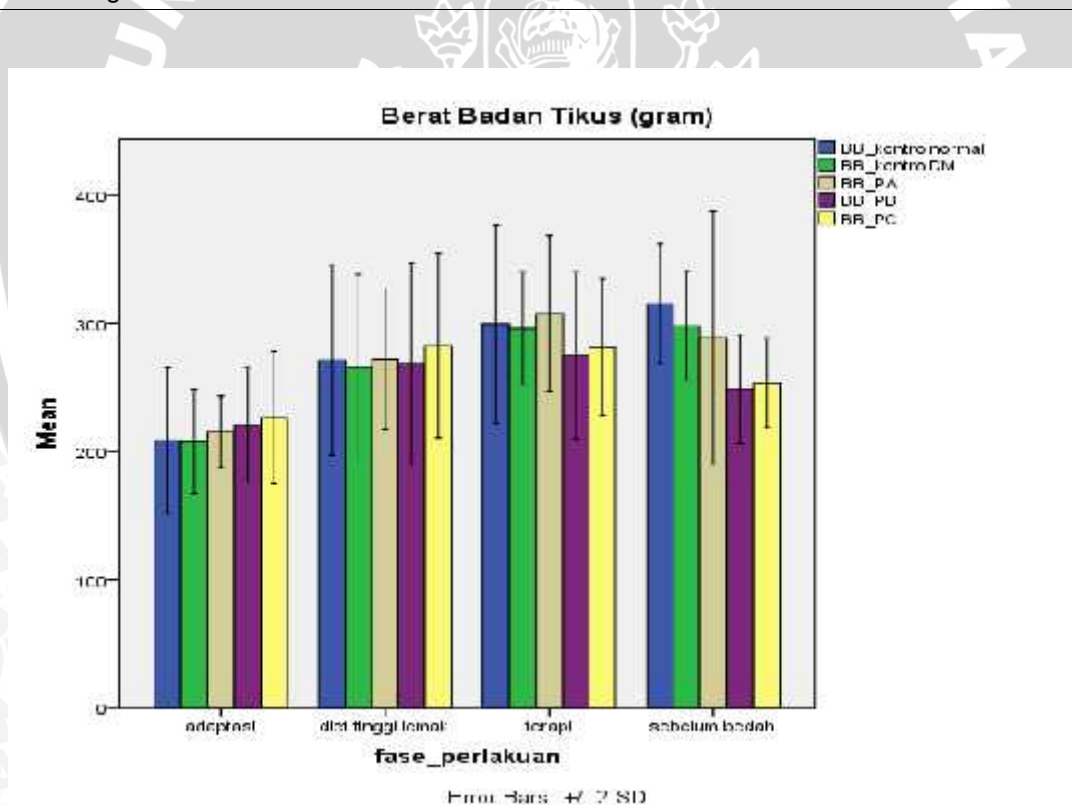
Berat badan tikus ditimbang setiap seminggu sekali pada saat fase adaptasi dan pemberian diet tinggi lemak, setiap hari saat fase terapi, dan satu kali saat sebelum tikus dibedah. Berat badan tikus kelompok kontrol DM atau K(+) saat fase adaptasi berada paling rendah dibanding dengan kelompok lainnya, yaitu kelompok kontrol normal atau K(-), kelompok perlakuan ekstrak binahong atau PA, kelompok perlakuan mikrogel placebo atau PB, maupun kelompok perlakuan mikrogel binahong atau PC. Diet tinggi lemak diberikan selama 6 minggu pada tikus kelompok kontrol DM dan kelompok perlakuan, sedangkan tikus kontrol normal mendapat pakan normal. Selama fase diet tinggi lemak, berat badan tikus kelompok kontrol DM atau K(+) lebih rendah dibandingkan kelompok lainnya. Semua tikus mengalami peningkatan berat badan dari fase adaptasi ke fase diet tinggi lemak.

Injeksi Streptozotocin (STZ) diberikan pada tikus kelompok kontrol DM dan kelompok perlakuan setelah 6 minggu pemberian diet tinggi lemak. Fase terapi dimulai 2 hari setelah injeksi STZ. Selama fase terapi, berat badan tikus kelompok perlakuan mikrogel placebo paling rendah ($274,97 \pm 32,61$) dibandingkan dengan tikus kelompok lainnya. Hanya tikus kelompok perlakuan mikrogel binahong (PC) yang mengalami penurunan berat badan saat fase terapi dibandingkan dengan saat fase adaptasi dan pemberian diet tinggi lemak, sedangkan kelompok tikus lainnya mengalami peningkatan berat badan. Pada hari sebelum pembedahan, berat badan tikus kelompok perlakuan PB paling rendah ($249 \pm 21,21$) dibandingkan dengan tikus kelompok lainnya. Semua tikus kelompok perlakuan mengalami penurunan berat badan dari fase terapi menuju

saat sebelum dibedah, sedangkan tikus kelompok kontrol normal dan kontrol DM mengalami peningkatan berat badan. Data berat badan tikus dalam setiap fase perlakuan dapat dilihat dalam Tabel 5.1 dan Gambar 5.9.

Tabel 5.1 Data berat badan tikus selama penelitian. Data ditampilkan dalam rata-rata ± SD.

Kelompok	Adaptasi (gram)	Diet Tinggi Lemak (gram)	Terapi (gram)	Sebelum Bedah (gram)
Kontrol Normal	208,67 ± 28,59	271,45 ± 37	299,47 ± 38,67	315,5 ± 23,3
Kontrol DM	207,83 ± 20,24	265,79 ± 36,27	296,32 ± 21,93	298 ± 21,21
Perlakuan Ekstrak	215,33 ± 13,92	272,21 ± 27,69	307,56 ± 30,45	289 ± 49,5
Perlakuan Mikrogel Plasebo	220,67 ± 22,47	268,73 ± 39,34	274,97 ± 32,61	249 ± 21,21
Perlakuan Mikrogel Binahong	226,5 ± 25,9	282,76 ± 36,17	281,59 ± 26,78	253,5 ± 17,7



Gambar 5.9 Grafik Berat Badan Tikus. Data ditampilkan dalam bentuk rerata ± standar deviasi. Pada tikus kontrol normal berat badan mengalami peningkatan signifikan dari fase adaptasi sampai fase terapi. Pada tikus kontrol DM berat badan menurun pada saat sebelum bedah. Pada tikus kelompok perlakuan mikrogel binahong (PC) berat badan lebih rendah dari kontrol normal.



Setelah dilakukan analisis *Kruskal-Wallis*, menunjukkan adanya perbedaan berat badan yang signifikan antara masing-masing fase dalam setiap kelompok tikus (Kontrol normal $p=0,000$, kontrol DM $p=0,000$, perlakuan PA $p=0,000$, perlakuan PB $p=0,017$, dan perlakuan PC $p=0,000$). Selanjutnya dilakukan analisis *Mann-Whitney*, hasilnya didapatkan perbedaan berat badan yang signifikan antara fase adaptasi dengan fase diet tinggi lemak dan fase terapi pada semua kelompok tikus. Kemudian perbedaan berat badan secara signifikan antara fase adaptasi dengan saat sebelum bedah ada pada kelompok K(-), K(+), dan PA. Sedangkan perbedaan berat badan yang signifikan antara fase diet tinggi lemak dengan fase terapi ada pada K(-) dan K(+). Selanjutnya antara fase diet tinggi lemak dengan sebelum bedah terdapat perbedaan yang signifikan pada kelompok K(-) dan PC. Perbedaan berat badan yang signifikan antara antara fase terapi dengan saat sebelum bedah terdapat pada tikus kelompok PC saja. Besar nilai p dari analisis *Mann-Whitney* dapat dilihat dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Analisis Mann-Whitney Berat Badan Setiap Kelompok antar Fase Perlakuan

Fase vs Fase		Nilai p				
		K(-)	K(+)	PA	PB	PC
Adaptasi	DTL	0,001	0,001	0,000	0,004	0,002
	Terapi	0,000	0,000	0,000	0,007	0,001
	Sebelum bedah	0,004	0,020	0,004	0,197	0,201
DTL	Terapi	0,000	0,003	0,060	0,222	0,057
	Sebelum bedah	0,006	0,292	0,666	0,264	0,014
Terapi	Sebelum bedah	0,222	1,000	0,627	0,530	0,036

Catatan: kotak yang diarsir merupakan nilai yang signifikan ($p < 0,05$)

5.4.2 Asupan Pakan

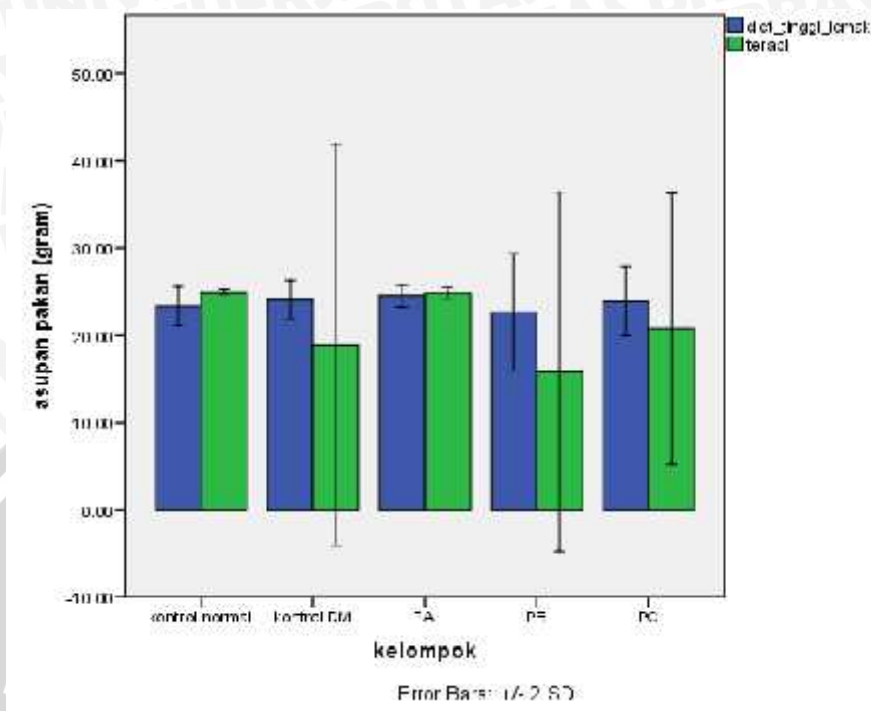
Asupan pakan tikus diamati setiap hari selama fase diet tinggi lemak sampai terapi berakhir. Setiap tikus mendapat pakan sebanyak 25 gram per hari.

Pada tikus kontrol normal mendapat pakan diet normal, sedangkan untuk tikus kelompok kontrol DM dan perlakuan mendapat pakan diet tinggi lemak. Asupan pakan merupakan selisih dari pakan awal yang diberikan dengan sisa pakan yang ditimbang. Secara deskriptif rata-rata asupan pakan tikus kelompok perlakuan ekstrak atau PA ($24,51 \pm 0,62$) paling tinggi dibandingkan dengan kelompok tikus lainnya pada saat fase diet tinggi lemak. Sedangkan pada saat fase terapi, rata-rata asupan pakan tikus kontrol normal atau K(-) ($24,93 \pm 0,13$) lebih tinggi dibandingkan dengan tikus kelompok lain. Asupan pakan tikus kelompok perlakuan mikrogel plasebo (PB), mikrogel binahong (PC), dan kontrol DM mengalami penurunan dari fase diet tinggi lemak ke fase terapi, tetapi pada tikus kelompok perlakuan ekstrak (PA) terjadi peningkatan. Meskipun dari nilai rata-rata asupan pakan tikus kelompok kontrol DM menurun pada fase terapi ($18,9 \pm 11,5$, namun bila dari nilai median ($24,47 (1,67-25)$) asupan pakannya meningkat. Data asupan pakan tikus dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.3 Data asupan pakan tikus selama diet tinggi lemak sampai fase terapi

Kelompok	Diet Tinggi Lemak (gram)		Terapi (15 hari) (gram)	
	Mean \pm SD	Median (Min-Max)	Mean \pm SD	Median (Min-Max)
Kontrol Normal	$23,34 \pm 1,13$	23,34(21,97-24,76)	$24,93 \pm 0,13$	25(24,67-25)
Kontrol DM	$23,93 \pm 0,91$	24,25(22,43-24,83)	$18,9 \pm 11,5$	24,47(1,67-25)
Perlakuan PA	$24,51 \pm 0,62$	24,71(23,31-25)	$24,84 \pm 0,32$	25(24,2-25)
Perlakuan PB	$22,65 \pm 2,99$	23,53(16,87-24,89)	$15,8 \pm 10,3$	20,07(1,67-25)
Perlakuan PC	$23,92 \pm 1,96$	24,64(19,95-25)	$20,72 \pm 7,78$	23,37(5-25)

Setelah dilakukan analisis *Kruskal-Wallis*, menunjukkan tidak ada perbedaan asupan pakan yang signifikan antara masing-masing kelompok pada saat diet tinggi lemak ($p=0,167$). Demikian juga pada saat fase terapi tidak ada perbedaan asupan pakan yang signifikan pada masing-masing kelompok ($p=0,100$). Grafik asupan pakan tikus dapat dilihat pada Gambar 5.8.

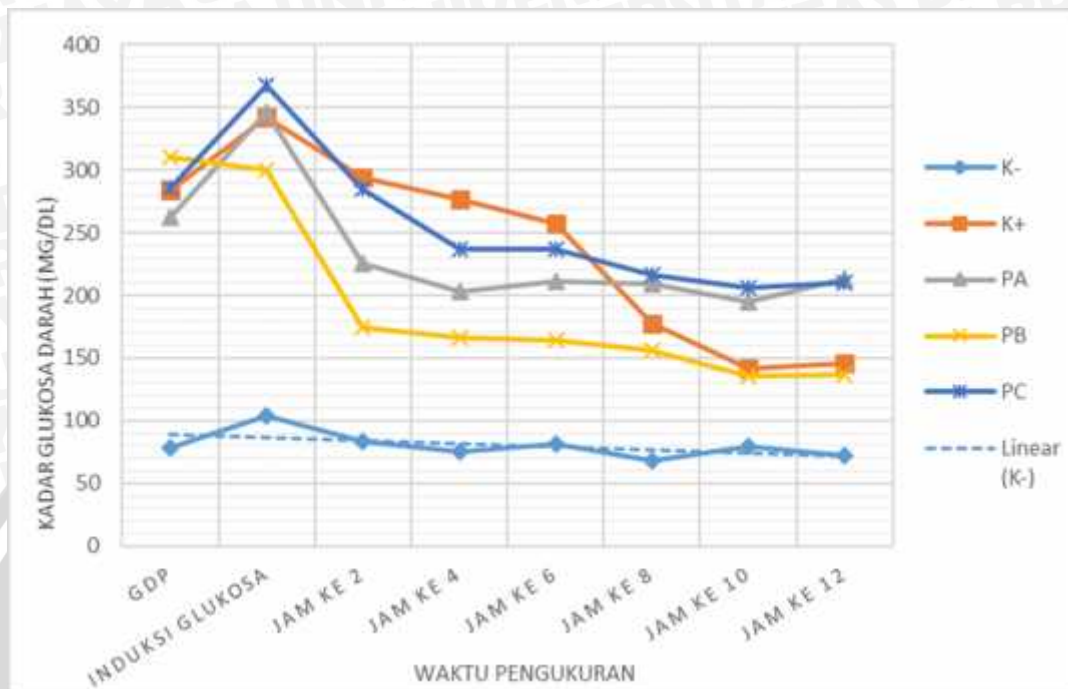


Gambar 5.10 Data Asupan Pakan Tikus. Data disajikan dalam rerata \pm standar deviasi. Tidak ada perbedaan asupan pakan yang signifikan pada saat fase diet tinggi lemak maupun fase terapi pada semua kelompok tikus.

5.5 Profil Glukosa Darah Tikus

Profil glukosa darah tikus diperoleh dengan cara mengukur kadar glukosa darah tikus pada saat kondisi puasa untuk mengetahui berapa lama terapi/obat yang diberikan bekerja. Pengukuran ini dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pada hari 1, hari 7, dan hari 14 selama masa terapi. Pada awalnya diukur kadar gula darah puasa (GDP) lalu tikus kelompok perlakuan diberikan terapi diikuti induksi glukosa per oral untuk semua kelompok tikus. Selanjutnya gula darah tikus diukur setiap 2 jam selama 12 jam (sebanyak 6 kali) setelah pemberian induksi glukosa.

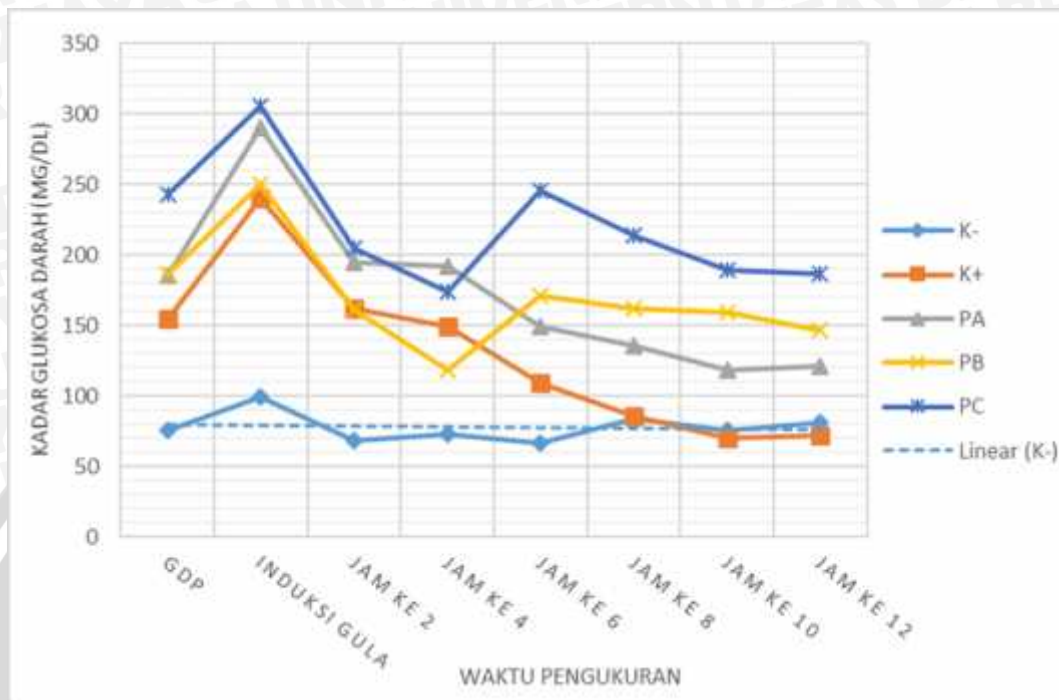
5.5.1 Profil Glukosa Darah Hari 1



Gambar 5.11 Data Profil Glukosa Darah Tikus Terapi Hari 1. Data ditampilkan berupa rata-rata setiap kali waktu pengukuran. K(-) merupakan tikus kontrol normal, K(+) merupakan tikus kontrol DM, PA merupakan tikus perlakuan ekstrak binahong, PB merupakan tikus perlakuan mikrogel plasebo, PC merupakan tikus perlakuan mikrogel binahong.

Kadar glukosa darah puasa pada hari pertama untuk tikus kelompok perlakuan ekstrak (PA), mikrogel plasebo (PB), dan mikrogel binahong (PC) serta kontrol DM (K+) lebih tinggi dibanding dengan kontrol normal, yakni berada pada rentang 250-350 mg/dl. Penurunan kadar glukosa darah mulai jam ke 2 sampai jam ke 10 pada kelompok perlakuan ekstrak binahong dan perlakuan mikrogel plasebo lebih rendah dibanding dengan kelompok kontrol DM dan perlakuan mikrogel binahong. Pada jam ke 12, kadar glukosa darah tikus semua kelompok perlakuan belum mencapai kadar glukosa darah kontrol normal.

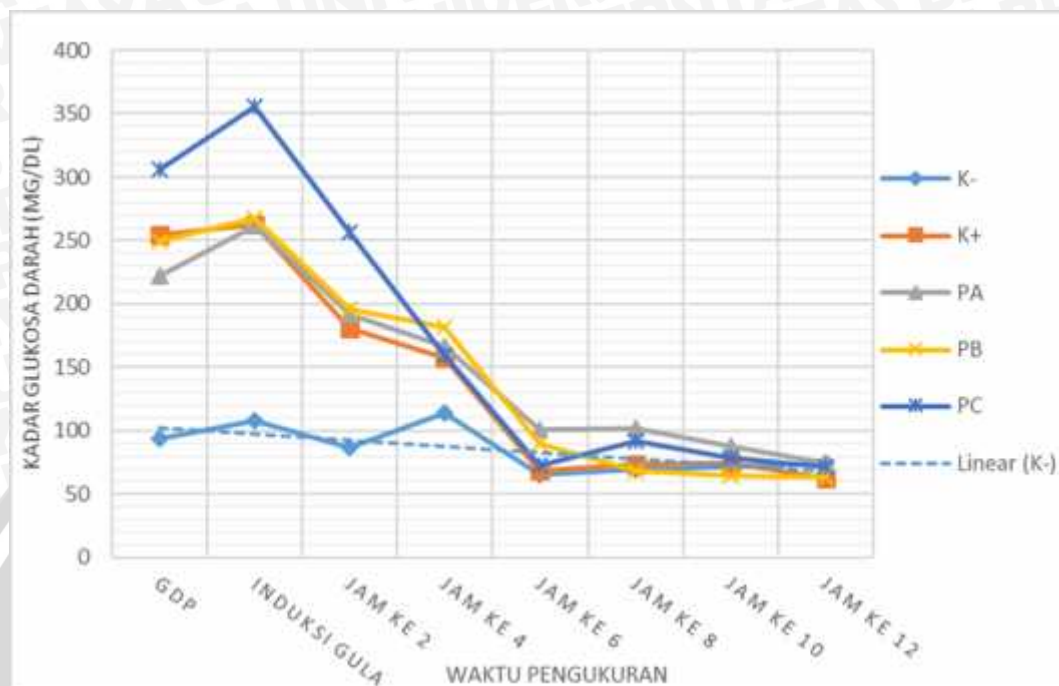
5.5.2 Profil Glukosa Darah Hari 7



Gambar 5.12 Data Profil Glukosa Darah Tikus Terapi Hari 7. Data ditampilkan berupa rata-rata setiap kali waktu pengukuran. K(-) merupakan tikus kontrol normal, K(+) merupakan tikus kontrol DM, PA merupakan tikus perlakuan ekstrak binahong, PB merupakan tikus perlakuan mikrogel plasebo, PC merupakan tikus perlakuan mikrogel binahong.

Kadar glukosa darah puasa (GDP) pada tikus kelompok kontrol DM lebih rendah dibanding dengan dengan kelompok perlakuan mikrogel plasebo dan perlakuan ekstrak binahong (150-200 mg/dl), sedangkan kelompok perlakuan mikrogel binahong memiliki kadar GDP paling tinggi. Profil glukosa darah tikus kelompok perlakuan ekstrak binahong dan kontrol DM terus menurun setelah jam ke 2 hingga jam ke 12, bahkan di akhir pengukuran kadar glukosa darah kontrol DM mencapai kadar glukosa normal. Pada tikus kelompok perlakuan mikrogel plasebo dan mikrogel binahong terjadi kenaikan kadar gula darah pada jam ke 6, kemudian menurun secara landai sampai waktu pengukuran terakhir (PC <200 mg/dl dan PB <150 mg/dl).

5.5.3 Profil Glukosa Darah Hari 14



Gambar 5.13 Data Profil Glukosa Darah Tikus Terapi Hari 14. Data ditampilkan

berupa rata-rata setiap kali waktu pengukuran. K(-) merupakan tikus kontrol normal, K(+) merupakan tikus kontrol DM, PA merupakan tikus perlakuan ekstrak binahong, PB merupakan tikus perlakuan mikrogel plasebo, PC merupakan tikus perlakuan mikrogel binahong.

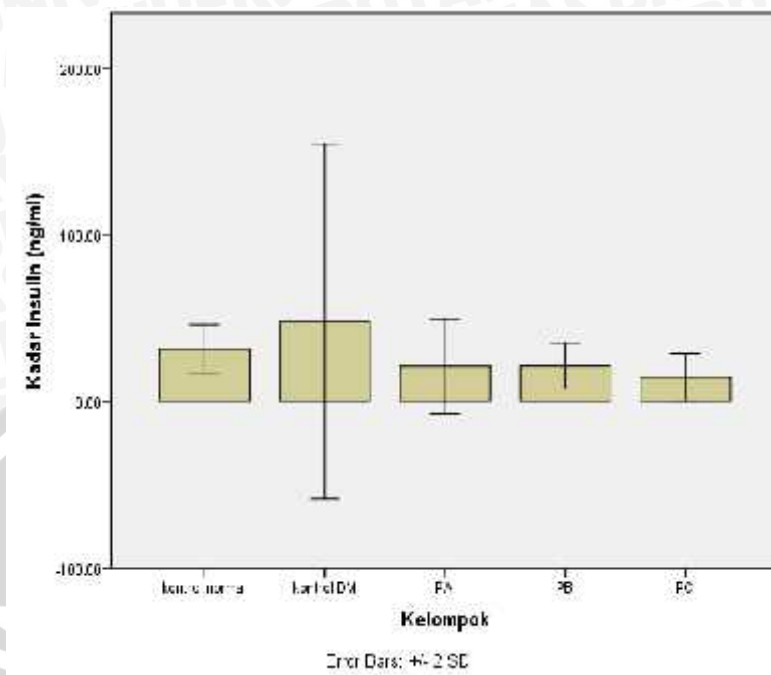
Kadar glukosa darah puasa (GDP) tikus kelompok perlakuan ekstrak binahong lebih rendah (200-250 mg/dl) dibanding kontrol DM dan perlakuan mikrogel binahong (>250 mg/dl). Sedangkan GDP tikus kelompok perlakuan mikrogel binahong tetap tinggi (>300 mg/dl). Penurunan kadar glukosa darah tikus kontrol DM dan tikus kelompok perlakuan terjadi secara drastis hingga mencapai kadar glukosa kontrol normal pada jam ke 6, terutama pada tikus kelompok perlakuan mikrogel binahong (PC). Sampai jam ke-12 kadar glukosa darah tikus PA, perlakuan mikrogel PB, PC dan kontrol DM berada pada kadar glukosa darah kontrol normal.

5.6 Kadar Serum Insulin Tikus

Kadar serum insulin tikus diukur menggunakan metode ELISA dari serum darah yang diambil pada akhir penelitian. Secara deskriptif kadar serum insulin tikus yang paling rendah pada kelompok perlakuan mikrogel binahong atau PC ($14,64 \pm 7,13$) dibandingkan dengan kelompok lainnya, yakni kelompok perlakuan ekstrak atau PA ($21,35 \pm 14,09$), kelompok perlakuan mikrogel plasebo atau PB ($21,44 \pm 6,84$), kelompok kontrol normal atau K(-) ($31,79 \pm 7,24$), maupun kelompok kontrol DM atau K(+) ($48,2 \pm 53,24$). Kadar serum insulin semua kelompok perlakuan mendekati kontrol normal. Meskipun terlihat penurunan kadar insulin pada kelompok perlakuan dibandingkan dengan kontrol DM dari nilai mean dan median, namun setelah dilakukan analisis *Kruskal-Wallis* diperoleh hasil tidak ada perbedaan yang signifikan pada kadar insulin serum masing-masing kelompok tikus ($p=0,136$).

Tabel 5.4 Data Kadar Serum Insulin Tikus (ng/ml)

Kelompok Perlakuan	Median (Min-Max)	Mean \pm SD
Kontrol Normal	30,16 (22,87-43,93)	31,79 \pm 7,24
Kontrol DM	26,91 (8,91-108,79)	48,2 \pm 53,24
Perlakuan Ekstrak	17,79 (8,34-43,36)	21,35 \pm 14,09
Perlakuan Mikrogel Plasebo	21,74 (14,45-28,12)	21,44 \pm 6,84
Perlakuan Mikrogel Binahong	14,17 (6,06-25,36)	14,64 \pm 7,13



Gambar 5.14 Grafik Kadar Serum Insulin Tikus. Data ditampilkan dalam rata-rata \pm SD. Kadar serum insulin tikus kelompok perlakuan ekstrak binahong (PA), mikrogel plasebo (PB), dan mikrogel binahong (PC) mendekati kelompok kontrol normal. Kelompok kontrol DM memiliki kadar serum insulin paling tinggi.

5.7 HOMA-IR

HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance*) merupakan model matematika yang menunjukkan tingkat resistensi insulin (Wallace, 2004). HOMA-IR dihitung menggunakan rumus (Yokoyama *et al*, 2003):

$$\text{HOMA-IR} = \frac{\text{FPI} \times \text{FPG}}{405} \dots\dots\dots(5.1)$$

Keterangan:

FPI = *Fasting Plasma Insulin* atau kadar insulin puasa dalam mU/l

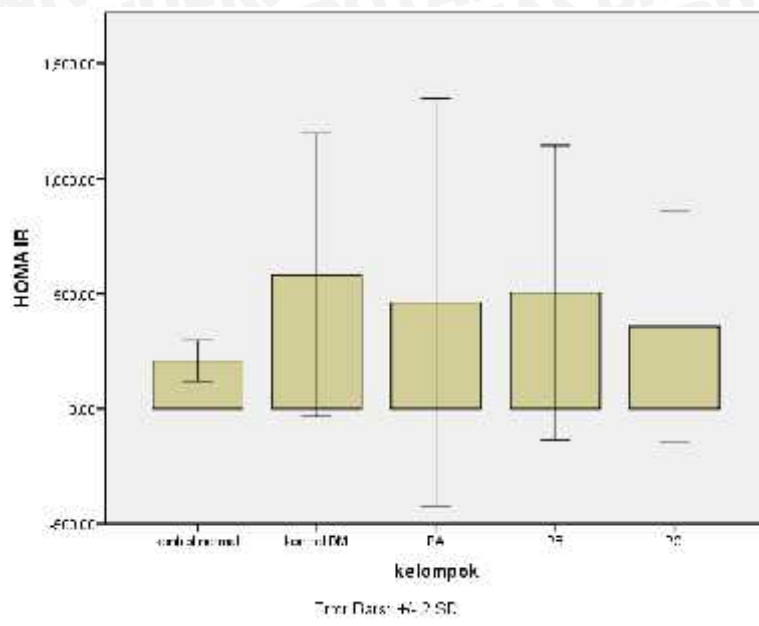
FPG = *Fasting Plasma Glucose* atau kadar glukosa puasa dalam mg/dl

Dalam penelitian ini, kadar serum insulin (diambil dari serum darah pada akhir penelitian) dikonversi dulu dari ng/ml menjadi mU/l. Kadar glukosa darah dalam perhitungan HOMA-IR penelitian ini menggunakan gula darah acak tikus saat sebelum dibedah. Secara deskriptif, kadar HOMA-IR pada kelompok perlakuan lebih rendah dari kontrol DM. Bila dilihat dari nilai rata-rata, kadar HOMA-IR tikus kelompok perlakuan mikrogel binahong atau PC ($356,52 \pm 252,33$) lebih rendah dibandingkan dengan kelompok perlakuan ekstrak binahong atau PA ($461,5 \pm 442,5$), maupun kelompok perlakuan mikrogel plasebo atau PB ($504,31 \pm 319,27$). Data HOMA-IR dapat dilihat dalam Tabel 5.4.

Tabel 5.5 Data HOMA-IR Kelompok Tikus. Perhitungan HOMA-IR menggunakan kadar serum insulin dalam satuan mU/l.

Kelompok Perlakuan	Median (Min-Max)	Mean \pm SD
Kontrol Normal	210,09 (134,12-270,60)	207,2 \pm 44,4
Kontrol DM	637,89 (249,06-855,72)	580,89 \pm 307,32
Perlakuan Ekstrak	260,17 (204,82-1343,06)	461,5 \pm 442,5
Perlakuan Mikrogel Plasebo	646,37(138,67-727,89)	504,31 \pm 319,27
Perlakuan Mikrogel Binahong	364,98 (69,63-1343,06)	356,52 \pm 252,33

Setelah dilakukan analisis *Kruskal-Wallis*, hasilnya menunjukkan tidak ada perbedaan kadar HOMA-IR yang signifikan antara masing-masing kelompok tikus ($p=0,298$). Meskipun tidak menunjukkan perbedaan bermakna, bila dilihat dari nilai rerata \pm SD atau nilai median maka kadar HOMA-IR tikus kelompok PC mendekati kadar HOMA-IR tikus kontrol normal, hal ini menunjukkan resistensi insulin kelompok PC lebih rendah dibandingkan dengan kelompok perlakuan lainnya. Resistensi insulin tertinggi ada pada kelompok kontrol DM.



Gambar 5.15 Grafik Kadar HOMA-IR. Data ditampilkan dalam rata-rata ± SD. Perhitungan menggunakan kadar gula darah acak hari ke 15 (saat sebelum bedah). Kadar HOMA-IR pada kelompok perlakuan yang paling rendah terdapat pada kelompok perlakuan mikrogelembung atau PC.

