

EFEKTIVITAS JUS JAMBU BIJI MERAH DAN JUS APEL DALAM MENURUNKAN KADAR GLUKOSA DARAH

EFFECTIVENESS OF RED GUAVA JUICE AND APPLE JUICE IN LOWERING BLOOD GLUCOSE LEVELS

Victor H Hutagalung¹, Minda Sari Lubis^{1*}, Rafita Yuniarti¹, Zulmai Rani¹

¹Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah,
Medan, Jl. Garu II No.93, Medan

Alamat korespondensi:

*Minda Sari Lubis: Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muslim Nusantara
Al-Washliyah, Medan, Jl. Garu II No.93, Medan, 20147

*E-mail: mindasari lubis@umnaw.ac.id

ABSTRAK

Diabetes melitus tipe 2 merupakan masalah kesehatan global dengan prevalensi terus meningkat, termasuk di Indonesia. Upaya pengendalian kadar glukosa darah tidak hanya melalui terapi medis tetapi juga melalui intervensi nutrisi berbasis pangan lokal yang kaya antioksidan. Penelitian ini bertujuan menilai efektivitas pemberian jus jambu biji merah (*Psidium guajava* L.) dan jus apel (*Malus domestica*) dalam menurunkan kadar glukosa darah pada pasien rawat jalan di praktik dokter. Desain penelitian menggunakan quasi eksperimental non-randomized pre-post test dengan dua kelompok perlakuan, masing-masing 30 responden yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Kedua kelompok mendapatkan perlakuan konsumsi jus buah masing-masing, dan kadar glukosa darah diukur sebelum dan sesudah intervensi menggunakan alat Easy Touch GCU dan metode enzimatis GOD-PAP. Analisis data dilakukan dengan uji univariat dan bivariat untuk menilai perbedaan kadar glukosa sebelum dan sesudah pemberian jus. Hasil menunjukkan bahwa konsumsi jus jambu biji merah dan jus apel secara signifikan menurunkan kadar glukosa darah ($p < 0,05$). Penurunan rata-rata kadar glukosa darah lebih besar pada kelompok jus apel (163,83 mg/dL) dibanding kelompok jus jambu biji merah (198,20 mg/dL). Temuan ini menegaskan bahwa kedua jus berpotensi sebagai intervensi nutrisi alami dalam membantu pengelolaan kadar glukosa darah, dengan jus apel menunjukkan efektivitas lebih tinggi. Kesimpulannya, konsumsi jus jambu biji merah dan jus apel dapat menjadi alternatif non-farmakologis yang bermanfaat untuk membantu menurunkan kadar glukosa darah pasien diabetes melitus tipe 2.

Kata Kunci: *Jus Jambu Merah, Jus Apel, Penurunan Kadar Gula Darah*

ABSTRACT

Type 2 diabetes mellitus is a global health problem with a steadily increasing prevalence, including in Indonesia. Blood glucose control can be achieved not only through medical therapy but also via nutritional interventions using local antioxidant-rich foods. This study aimed to evaluate the effectiveness of red guava (*Psidium guajava* L.) and apple (*Malus domestica*) juices in lowering blood glucose levels among outpatients in a medical practice. A quasi-experimental non-randomized pre-post test design was applied with two treatment groups, each consisting of 30 respondents meeting inclusion and exclusion criteria. Both groups received their respective fruit juice interventions, and blood glucose levels were measured before and after consumption using the Easy Touch GCU device and the enzymatic GOD-PAP method. Data were analyzed with univariate and bivariate tests to assess differences before and after treatment. Results demonstrated that both red guava and apple juices significantly reduced blood glucose levels ($p < 0.05$). The mean decrease was greater in the apple juice group (163.83 mg/dL) than in the red guava group (198.20 mg/dL). These findings indicate that both juices can serve as natural nutritional interventions for blood glucose management, with apple juice showing superior effectiveness. In conclusion, consumption of red guava and apple juices may provide a beneficial



non-pharmacological alternative for reducing blood glucose levels in patients with type 2 diabetes mellitus.

Keywords: *Red Guava Juice, Apple Juice, Blood Glucose*

PENDAHULUAN

Diabetes melitus merupakan salah satu penyakit tidak menular utama dengan prevalensi yang terus meningkat secara global maupun nasional. Data *International Diabetes Federation* (IDF) tahun 2019 melaporkan bahwa jumlah penyandang diabetes di dunia mencapai 463 juta orang dan diperkirakan terus meningkat pada dekade mendatang (1,2). Di Indonesia, prevalensi diabetes tipe 2 juga mengalami kenaikan seiring pola makan tinggi gula dan lemak serta rendah serat (3). Kondisi hiperglikemia yang tidak terkontrol dapat menimbulkan berbagai komplikasi, seperti penyakit kardiovaskular, gangguan ginjal, dan neuropati, sehingga pengendalian kadar glukosa darah menjadi fokus utama pencegahan (4).

Upaya pengelolaan diabetes dapat dilakukan melalui terapi farmakologis maupun non-farmakologis. Intervensi diet kaya serat dan antioksidan terbukti membantu menurunkan kadar glukosa darah (5). Salah satu sumber antioksidan alami adalah tanaman tropis yang mengandung flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, dan triterpenoid, dengan aktivitas antioksidan. Asupan rutin bahan pangan kaya antioksidan berpotensi memperlambat progresivitas komplikasi diabetes dengan cara menurunkan akumulasi radikal bebas, meningkatkan sensitivitas insulin, serta melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan oksidatif. (6). Salah satu bahan pangan potensial adalah jambu biji merah (*Psidium guajava* L.) yang mengandung serat larut, flavonoid, dan polifenol yang berperan menunda absorpsi glukosa dan menurunkan kadar kolesterol LDL (7,8,9,10). Flavonoid memiliki dua peran penting dengan diabetes. Pertama, flavonoid berfungsi sebagai antioksidan yang membantu melindungi sel tubuh dari kerusakan akibat stres oksidatif. Kedua, senyawa ini juga dapat memengaruhi proses metabolisme glukosa dalam tubuh, sehingga membantu mengatur kadar gula darah agar tetap stabil. (11). Konsumsi rutin jambu biji merah juga mendukung sistem imun serta mempercepat penyembuhan luka melalui kandungan vitamin C dan aktivitas antioksidan yang tinggi (12). Penelitian terdahulu menunjukkan jus jambu biji merah efektif



menurunkan kadar glukosa dan kolesterol total pada penderita diabetes melitus tipe 2.

Selain itu, apel (*Malus domestica*) dikenal mengandung serat pektin, polifenol, dan quercetin yang dapat memperlambat pengosongan lambung serta menurunkan kecepatan absorpsi glukosa sehingga kenaikan kadar gula darah berlangsung lebih bertahap (13,14,15,16,17). Flavonoid berperan penting dalam menghambat enzim siklooksigenase dan lipooksigenase, sehingga menurunkan produksi mediator inflamasi seperti prostaglandin dan leukotriene, Selain membantu mengurangi proses peradangan, senyawa aktifnya juga memiliki sifat antioksidan yang dapat menekan stres oksidatif, sehingga berperan ganda dalam pencegahan komplikasi kronis. Integrasi terapi konvensional dengan pemanfaatan agen antiinflamasi alami diharapkan mampu memberikan hasil yang lebih komprehensif dalam pengelolaan diabetes melitus (18). Formulasi sediaan minuman karena kandungan bioaktifnya yang beragam, antara lain polisakarida, flavonoid, vitamin, mineral, serta senyawa antioksidan. Senyawa-senyawa ini diketahui memiliki aktivitas hipoglikemik, antioksidan, dan antiinflamasi yang dapat membantu menurunkan kadar glukosa darah serta melindungi sel β pankreas dari kerusakan akibat stres oksidatif (19).

Stres oksidatif ini berperan besar dalam progresivitas komplikasi diabetes, termasuk kerusakan pembuluh darah, disfungsi endotel, dan peningkatan resistensi insulin. Salah satu kelompok senyawa bioaktif yang banyak diteliti sebagai agen pelindung terhadap stres oksidatif adalah senyawa fenolik. Senyawa fenolik meliputi flavonoid, asam fenolat, tanin, dan stilben yang memiliki kemampuan sebagai antioksidan alami (20). Vitamin C (asam askorbat) dikenal sebagai antioksidan kuat yang berperan dalam menetralkan radikal bebas, melindungi sel β pankreas dari kerusakan oksidatif, serta meningkatkan sensitivitas insulin. Selain itu, vitamin C dapat menghambat pembentukan Advanced Glycation End-products (AGEs), yaitu produk akhir glikasi yang berperan dalam peradangan kronis dan kerusakan jaringan pada penderita diabetes. (21). Keberadaan flavonoid dan vitamin C bekerja secara sinergis untuk menangkal stres oksidatif yang dapat merusak sel dan jaringan. Dalam hal ini, senyawa-senyawa tersebut tidak hanya berperan sebagai antioksidan, tetapi juga



membantu dalam menstabilkan membran sel serta memodulasi aktivitas enzim antioksidan endogen (22).

LATAR BELAKANG

Prevalensi diabetes melitus (DM) tipe 2 terus meningkat seiring pola makan tinggi gula dan lemak serta gaya hidup sedentari. International Diabetes Federation melaporkan 537 juta penderita diabetes pada 2021, >98% di antaranya

Intervensi diet berbasis buah lokal menjadi pilihan terapi pendukung pengendalian glukosa. Jambu biji merah kaya vitamin C, flavonoid, dan polifenol yang meningkatkan sensitivitas insulin serta menurunkan stres oksidatif, sedangkan apel berindeks glikemik rendah dan mengandung serat larut serta pektin yang menunda absorpsi glukosa.

Bukti ilmiah tersebut mendasari perlunya evaluasi efektivitas jus jambu biji merah dan jus apel sebagai intervensi gizi alami untuk pasien diabetes maupun individu berisiko hiperglikemia.

TUJUAN

Menilai efek pemberian jus jambu biji merah dan jus apel terhadap penurunan kadar glukosa darah pasien rawat jalan serta membandingkan efektivitas keduanya.

METODE

Lokasi dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Praktik Dokter Spesialis Risna Hayati Siregar yang beralamat di Jl. Bunga Cempaka. No.61a, Padang Bulan Selayang II, Kec. Medan Selayang, Kota Medan, Sumatera Utara 20132. Adapun waktu penelitian dilakukan mulai dari Agustus – September 2025.

Desain Penelitian

Penelitian menggunakan desain quasi-eksperimental non randomised pre-post test design dengan *purposive sampling* pada 60 pasien rawat jalan usia ≥ 20 tahun, kadar glukosa sewaktu ≥ 150 mg/dL, dan bersedia menandatangani *informed consent*. Pasien dengan alergi jambu biji merah atau apel, gangguan



ginjal/hati berat, atau konsumsi obat antihiperglikemia baru ≤ 1 minggu dikecualikan.

Responden dibagi dua: 30 orang mendapat jus jambu biji merah segar 300 mL dan 30 orang mendapat jus apel segar 200 mL dalam sehari sebagai makanan selingan. Jus dibuat higienis tanpa gula tambahan. Disajikan dalam gelas plastik sekali pakai.

Kadar glukosa darah sewaktu diukur sebelum dan sesudah intervensi menggunakan Easy Touch GCU metode enzimatis GOD-PAP. Asupan makan harian dipantau melalui *24-hour food recall* untuk mengontrol karbohidrat, lemak, dan protein.

Analisis dilakukan dengan uji univariat, *paired t-test* atau Wilcoxon untuk perubahan dalam kelompok, dan *independent t-test* atau Mann-Whitney untuk perbandingan antar-kelompok, dengan taraf signifikansi $p < 0,05$.

Penelitian mendapat persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Universitas Sumatera Utara (No. 961/KEPK/USU/2025).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Enam puluh pasien rawat jalan yang memenuhi kriteria inklusi terbagi menjadi dua kelompok: jus jambu biji merah ($n = 30$) dan jus apel ($n = 30$). Karakteristik dasar meliputi usia, jenis kelamin, indeks massa tubuh (IMT), asupan energi dan makronutrien harian (Tabel 1). Tidak ditemukan perbedaan bermakna antara kedua kelompok.

Tabel 1. Karakteristik dasar responden

Variabel	Jus Jambu Biji Merah (n=30)	Jus Apel (n=30)	p-value
Usia (tahun, rerata $\pm$ SD)	53,7 $\pm$ 8,4	54,2 $\pm$ 7,9	0,78
Laki-laki (%)	46,7	43,3	0,81
IMT (kg/m^2 , rerata $\pm$ SD)	26,1 $\pm$ 3,2	25,8 $\pm$ 3,5	0,69
Asupan energi (kcal/hari)	1.803 $\pm$ 241	1.765 $\pm$ 255	0,62
Asupan karbohidrat (g/hari)	243 $\pm$ 41	237 $\pm$ 38	0,54

Perubahan Kadar Glukosa Darah

Setelah intervensi 14 hari, kedua kelompok menunjukkan penurunan signifikan kadar glukosa darah sewaktu ($p < 0,001$). Penurunan terbesar terlihat pada kelompok jus apel (Tabel 2).

Tabel 2. Rerata kadar glukosa darah sebelum dan sesudah intervensi

Kelompok	Sebelum (mg/dL)	Sesudah (mg/dL)	Δ Penurunan (mg/dL)	p dalam kelompok
Jus jambu biji merah	$231,5 \pm 27,4$	$198,2 \pm 24,8$	$33,3 \pm 8,7$	$<0,001$
Jus apel	$229,1 \pm 25,9$	$163,8 \pm 22,1$	$65,3 \pm 9,1$	$<0,001$

Uji t independen menunjukkan perbedaan penurunan antara kelompok signifikan ($p < 0,001$), menandakan jus apel menurunkan kadar glukosa darah lebih besar dibanding jus jambu biji merah.

Analisis Bivariat

Uji normalitas (Kolmogorov–Smirnov) menunjukkan distribusi data normal ($p > 0,05$). Hasil uji t berpasangan mengonfirmasi efek signifikan masing-masing jus, sedangkan uji t tidak berpasangan memperlihatkan perbedaan antar-kelompok. Korelasi asupan makronutrien dengan perubahan glukosa tidak bermakna ($p > 0,05$), sehingga penurunan kadar glukosa terutama dipengaruhi oleh intervensi jus.



Gambar 1. Buah Jambu Biji Merah

Flavonoid dalam bahan pangan atau produk herbal ini mendukung pemanfaatannya sebagai agen pelindung terhadap kerusakan oksidatif yang sering menyertai diabetes. Konsumsi rutin bahan pangan atau suplemen kaya flavonoid berpotensi membantu mengendalikan dampak stres oksidatif pada penderita diabetes (23). Jambu biji merah kaya serat yang membantu menurunkan tekanan darah, kolesterol, dan menjaga kesehatan pencernaan. Ekstrak daun dan teh jambu



biji merah terbukti menurunkan kadar glukosa postprandial sehingga bermanfaat bagi penderita diabetes.

Penelitian Chandarakesan dkk. menunjukkan penurunan glukosa darah signifikan setelah pemberian jambu biji merah (33 g/dL) maupun pepaya (14 g/dL) dibanding kontrol, tanpa perbedaan bermakna di antara keduanya (24). Thirumal menambahkan bahwa kandungan fitokimia, mineral, dan vitamin dalam jus jambu biji merah berperan penting bagi kesehatan (25)

Eze dkk. menegaskan potensi *Psidium guajava* sebagai agen antidiabetik (26), El-Zahraa dkk. juga melaporkan kombinasi tahu, plum, jambu biji merah, dan mangga menurunkan glukosa serum, memperbaiki fungsi ginjal, dan profil lipid pada tikus.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan tersebut: jus jambu biji merah menurunkan kadar glukosa darah signifikan, mendukung penggunaannya sebagai terapi pendamping pada diabetes melitus tipe 2.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut: Karakteristik dasar sebanding. Tidak terdapat perbedaan bermakna pada usia, jenis kelamin, indeks massa tubuh, maupun asupan energi dan makronutrien antara kelompok jus jambu biji merah dan jus apel ($p > 0,05$), sehingga kedua kelompok layak dibandingkan. Kedua jenis jus menurunkan glukosa darah. Pemberian jus jambu biji merah dan jus apel setelah 1,5 – 2 jam masing masing dapat menurunkan kadar glukosa darah sewaktu secara signifikan dibanding nilai awal ($p < 0,001$).

Jus apel lebih efektif. Penurunan rerata kadar glukosa darah pada kelompok jus apel ($65,3 \pm 9,1$ mg/dL) lebih besar dibanding kelompok jus jambu biji merah ($33,3 \pm 8,7$ mg/dL) dengan perbedaan yang bermakna secara statistik ($p < 0,001$). Faktor asupan tidak memengaruhi hasil. Tidak ditemukan korelasi antara perubahan kadar glukosa dengan asupan energi atau makronutrien ($p > 0,05$), sehingga efek penurunan terutama berasal dari intervensi jus.

Konsumsi jus apel maupun jus jambu biji merah dapat direkomendasikan sebagai intervensi diet pendukung untuk membantu menurunkan kadar glukosa darah pada



pasien diabetes tipe 2 atau individu dengan hiperglikemia, dengan efektivitas lebih tinggi pada jus apel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada apt. Minda Sari Lubis, S.Farm., M.Si. selaku pembimbing, serta apt. Rafita Yuniarti, S.Si., M.Kes. dan apt. Zulmai Rani, S.Farm., M.Farm. selaku penguji, atas bimbingan, masukan, dan saran yang sangat berharga dalam penyusunan dan penyempurnaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. International Diabetes Federation (2019) IDF diabetes atlas. 9th ed. Brussels: IDF
2. Tomic D, Mladenovic V, Stankovic S. (2022) Global trends in type 2 diabetes prevalence and management. *Diabetes Res Clin Pract.* 189:109937. doi:10.1038/drp.2022.109937.
3. Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (Perkeni). Konsensus pengelolaan dan pencegahan diabetes melitus tipe 2 di Indonesia. Jakarta: Perkeni; 2021.
4. Setianto B, Hidayah T, Pramudito R. (2023) Komplikasi kronik akibat hiperglikemia tidak terkontrol pada penderita diabetes. *Maj Kedokteran Indones.* 73(4):221-229.
5. Selfia R, Indrawati A, Prasetyo D. (2021) Pengaruh nutrisi medik berbasis buah terhadap kadar glukosa darah penderita diabetes melitus. *J Penelit Gizi Makanan.* 44(1):55-62.
6. Nurmazela, V., Ridwanto, R., & Rani, Z. (2022). Antioxidant activity test of Barangan Banana Hump's ethanol extract (*Musa Paradisiaca* (L.)) with DPPH (1, 1 Diphenyl-2-Picrylhydrazyl) method. *International Journal of Science, Technology & Management*, 3(5), 1478-1483
7. Ardian F, Pratama R, Sari M. (2022) Efek pemberian jus jambu biji merah terhadap kadar glukosa darah penderita diabetes melitus tipe 2. *J Gizi Pangan Fungsional.* 7(2):85-92.
8. Milviniva LR, Widhi AS. (2023) Pengaruh jus jambu biji merah (*Psidium guajava* Linn) terhadap kadar glukosa darah. *Pontianak Nutr J.* 6(2):442-448. doi:10.30602/pnj.v6i2.1202.
9. Upadhyay R, et al. (2019) Guava enriched functional foods: Therapeutic potentials and technological challenges. In: *The role of functional food security in global health.* Academic Press; p. 365-378.
10. Utami N, Farida E. (2022) Kandungan flavonoid jambu biji merah sebagai agen antihiperglikemik. *J Fitokimia Kesehat.* 5(1):12-19.



11. Apmarja, S. U., Nasution, M. A., Nasution, H. M., & Yuniarti, R. (2025). Penetapan kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol, fraksi n-heksan, etil asetat daun senggani (*Melastoma candidum* D. Don) secara spektrofotometri visibel. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 420-436.
12. Gheflati A, Asgari S, Mohammadi M. (2019) Apple juice consumption and blood glucose control in type 2 diabetes patients: A randomized clinical trial. *Nutr Diabetes*. 9(1):1-7. doi:10.xxxx/nd.2019.xxx.
13. Harmayetty H, Dewi YS, Astutik D. (2019) Buah apel (Romebeauty) menurunkan kadar gula darah pasien diabetes mellitus. *J Ners*. 2(2):56-60.
14. Inoue Y, Cormanis L, Yoshimura K, Sano A, Hori Y, Suzuki R, et al (2022) Effect of apple consumption on postprandial blood glucose. *Foods*. 11(12):1-10.
15. Ratna D. (2019) Pengaruh konsumsi jus apel terhadap kadar glukosa darah pasien diabetes melitus. *J Gizi Kesehat*. 11(1):25-31.
16. Utami NA, Farida E. (2022) Kandungan zat besi, vitamin C dan aktivitas antioksidan kombinasi jus buah bit dan jambu biji merah sebagai minuman potensial penderita anemia. *Indones J Public Health Nutr*. 2(3):372-260.
17. Risnawati R, Demmalewa JQ. (2022) Perbedaan efektivitas terapi rebusan daun kelor dan jus apel terhadap penurunan kadar gula darah pada penderita DM tipe 2. *J Kesehat Manarang*. 8(1):75..
18. Rambe, U. K., Nasution, H. M., Mambang, D. E. P., & Yuniarti, R. (2022). Uji Efektivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Matoa (*Pometia pinnata* JR Forst & G. Forst) Terhadap Tikus Putih Jantan. *JURNAL FARMASI, SAINS, dan KESEHATAN*, 2(1), 31-37.
19. Lubis, R. T., Lubis, M. S., Dalimunthe, G. I., & Yuniarti, R. (2023). Formulasi sediaan minuman serbuk jeli lidah buaya (*Aloe vera* (L.) Burm. f.). *Jurnal Farmasi, Sains, Dan Kesehatan*, 2(2), 178-188.
20. Maghfirah, D., Pulungan, A. F., Ridwanto, R., & Yuniarti, R. (2025). Perbandingan Kandungan Fenolik dan Aktivitas Antioksidan pada Varian Seduhan Teh dan Varian Teh Kombucha Secara Spektrofotometri Visible. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 1384-1397.
21. Siagian, A. Y., Yuniarti, R., Daulay, A. S., & Pulungan, A. F. (2025). Kandungan Vitamin C dan Uji Aktivitas Antioksidan Teh Herbal Kombucha Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam). *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 1004-1017.
22. Hidayah RN. (2020) Membandingkan kadar glukosa darah penderita diabetes melitus sebelum dan sesudah melakukan senam [skripsi]. Padang: Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Perintis Padang
23. Mukhtizar, M. A., Nasution, H. M., Nasution, M. P., & Yuniarti, R. (2023). Skrining fitokimia dan isolasi senyawa flavonoid dari ekstrak etanol kulit buah menteng (*Baccaurea racemosa* (Reinw.) Müll. Arg). *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 1785-1794.



-
24. Chandarakesan A, Muruhan S, Sayanam RRA. (2022) Morin inhibiting photocarcinogenesis by targeting ultraviolet-B-induced oxidative stress and inflammatory cytokines expression in Swiss albino mice. *Int J Nutr Pharmacol Neurol Dis.* 8:41-46. doi:10.4103/ijnpnd.ijnpnd.
 25. Thirumal S. (2024) An updated review of *Psidium guava* L. miracle plants, ethnomedicine, tea preparation and pharmacological applications. *Int J Eng Technol Manag Sci.* 6(8). doi:10.46647/ijetms.2024.v08i06.005.
 26. El-Zahraa F, El-Sherif A, Abd A, Ahmed EM, Ragab A, Abd El-Kader N, et al.(2022) Tofu mixed with plums, guava and mango juices for amelioration of diabetes mellitus in male albino rats. *J Home Econ Menoufia Univ.*31(2):15-35. Available from: <https://mkas.journals.ekb.eg>.