



AKTIVITAS ANTIBAKTERI SEDIAAN OBAT KUMUR EKSTRAK RIMPANG TEMULAWAK (*Curcuma zanthorrhiza* R.) TERHADAP BAKTERI *Streptococcus mutans*

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF TEMULAWAK (*Curcuma zanthorrhiza* R.) Rhizome Extract Mouthwash Preparations Against *Streptococcus mutans*

Irene Puspa Dewi*, Verawaty, Adre Junita, Tuty Taslim

D3 Farmasi, Akademi Farmasi Prayoga Padang, Jln. Sudirman No. 50, Padang

email: irene.puspadewi@yahoo.com

Diterima: Februari 2024

Direvisi: Maret 2024

Disetujui: April 2024

Abstrak

Ekstrak rimpang temulawak mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, dan tannin yang mampu menghambat dan membunuh bakteri. *Streptococcus mutans* merupakan bakteri pembentuk karies gigi yang mampu mengubah sukrosa menjadi asam dan menyebabkan bau mulut. Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas anti bakterinya terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. Metode pengujian anti bakteri yang digunakan adalah metode sumuran. Obat kumur dibuat dengan tiga konsentrasi ekstrak temulawak dengan konsentrasi 2; 2,5; dan 3%. Hasil pengujian anti bakteri obat kumur ekstrak temulawak tidak memberikan aktivitas anti bakteri yang baik terhadap bakteri *Streptococcus mutans*.

Keywords: anti bakteri, *Curcuma zanthorrhiza* R., *Streptococcus mutans*, obat kumur

Abstract

Temulawak rhizome extract contains flavonoid, alkaloid, and tannin compounds capable of inhibiting and killing bacteria. *Streptococcus mutans* is a bacteria that causes dental caries by converting sucrose into acid and causing bad breath. This study aims to test its antibacterial activity against *Streptococcus mutans* bacteria. The antibacterial testing method used is the agar diffusion method. Mouthwash is made with three concentrations of temulawak extract at concentrations of 2%, 2.5%, and 3%. The results of antibacterial testing of temulawak extract mouthwash did not show good antibacterial activity against *Streptococcus mutans* bacteria.

Keywords: anti-bacterial, *Curcuma zanthorrhiza* R., *Streptococcus mutans*, mouthwash

PENDAHULUAN

Bau mulut adalah suatu masalah kesehatan yang ada di Indonesia, penyebabnya antara lain gigi berlubang yang dapat menghasilkan aroma yang tidak sedap sehingga mengganggu tingkat kepercayaan diri seseorang. Adapun berbagai masalah mulut dalam kehidupan

manusia sering terjadi, seperti infeksi mulut serta bau mulut yang disebabkan oleh plak gigi. Plak gigi merupakan lengketan yang berisi bakteri dan produk-produknya yang terbentuk dipermukaan gigi (Rasyadi, 2018). Bau mulut ditimbulkan oleh adanya bakteri *Streptococcus mutans* (Yasir, Rai Saputri and Chandra, 2020).

Streptococcus mutans merupakan bakteri pembentuk karies gigi yang mempunyai kemampuan mengubah sukrosa menjadi asam, dan mengakibatkan berkurangnya email gigi secara bertahap. Sehingga menyebabkan awal terjadinya kerusakan gigi serta timbulnya masalah bau mulut. Oleh karena itu Pertumbuhan *Streptococcus mutans* harus dihambat agar tidak terjadi pembentukan karies dengan memberikan bahan alami antibakteri seperti rimpang temulawak (Mahmudah and Atun, 2017).

Temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* R.) merupakan tumbuhan obat yang tergolong dalam suku temu-temuan, dari famili Zingiberaceae. Tanaman ini telah banyak digunakan sebagai obat tradisional di Indonesia, terutama sebagai penambah nafsu makan anak (Djauhari Purwakusumah, Royani and Rafi, 2016).

Obat kumur merupakan bentuk sediaan cair non steril yang digunakan sebagai larutan agen pembersih mulut dan gigi sehingga dapat menyegarkan napas. Penggunaan obat kumur dinilai efektif membersihkan mulut, karena dapat menjangkau sela-sela gigi dari kuman penyebab bau mulut yang tidak sedap. Pada umumnya kandungan obat kumur menggunakan alkohol, penelitian menunjukkan bahwa obat kumur yang mengandung alkohol dapat meningkatkan resiko kanker mulut jika sering digunakan dalam jangka panjang (Toar, Posangi and Wowor, 2013).

Berdasarkan dari penelitian sebelumnya mengenai Uji Aktivitas Anti Bakteri Rimpang Temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* R.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Streptococcus mutans* dengan Menggunakan Konsentrasi Hambat Tumbuh Minimum (KHTM) ” menunjukkan bahwa ekstrak rimpang temulawak mampu menghambat *Staphylococcus aureus* pada 0,38% b/v, dan terhadap *Staphylococcus epidermidis* pada 0,03% b/v. Dari hasil pengamatan

tampak bahwa *Staphylococcus epidermidis* lebih sensitif terhadap ekstrak rimpang temulawak dibandingkan *Staphylococcus aureus*. Terhadap *Streptococcus mutans* ekstrak rimpang temulawak mampu menghambat pertumbuhan pada konsentrasi 1% b/v (Wardhana *et al.*, 2012). Penelitian ini bertujuan menguji aktivitas antibakteri sediaan obat kumur ekstrak rimpang temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* R.) terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*.

METODE PENELITIAN

Alat

Timbangan analitik, gelas beker (Iwaki), gelas ukur (Pyrex), pipet gondok (Iwaki), penggaris, blender (Philips), bola hisap, piknometer (Iwaki), viskometer Ostwald (Pyrex), botol maserasi, erlenmeyer, corong, pH meter (Hanna), rotary evaporator (Buchi), autoklaf (Hirayama), oven (Mettler), cawan petri, inkubator (Thermo), aluminium foil, mortir dan stamper.

Bahan

Aquades (Medisia sainsindo), rimpang temulawak, etanol 70% (Medisia sainsindo), sorbitol, peppermint oil, gliserin, kertas saring, cotton bud, kain kasa, kapas, tisu, obat kumur (Minosep®), media Mueller Hinton Agar (MHA), Larutan Mc. Farland, paper disk, NaCl 0,9%, masker (Sensi), handsocon (Sensi), bakteri *Streptococcus mutans*.

PROSEDUR KERJA

Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah rimpang temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* R.) yang diambil di Desa Rantau Embacang, Bungo, Jambi.

Pengolahan Sampel

Rimpang temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* R.) yang diambil dalam tanah kemudian dipisahkan dari batangnya, cuci bersih rimpang temulawak menggunakan air mengalir lalu di lap menggunakan kain bersih atau serbet. Kupas temulawak kemudian potong kecil-kecil letakkan di

atas koran, setelah itu sampel dikeringkan dengan cara diangin-anginkan letakkan di tempat sirkulasi udara yang lancar jangan sampai terkena cahaya matahari langsung. Tahap selanjutnya setelah sampel dikeringkan yaitu diblender hingga halus kemudian diekstraksi.

Ekstraksi Sampel

Proses ekstraksi menggunakan cara maserasi dengan menggunakan pelarut etanol 70%, kemudian sampel ditimbang lalu dimasukkan ke dalam botol gelap dan direndam dengan etanol 70% hingga seluruh simplisia terendam. Selama 8 jam pertama diaduk sesekali secara konstan,

Tabel 1. Formula Sediaan Obat Kumur Ekstrak Temulawak

No	Komposisi	Konsentrasi (%) b/v			
		F0	F1	F2	F3
1	Ekstrak Rimpang Temulawak	-	2	2,5	3
2	Gliserin	4	4	4	4
3	Sorbitol	9	9	9	9
4	Peppermint oil	0,15	0,15	0,15	0,15
5	Natrium Benzoat	0,5	0,5	0,5	0,5
6	Aquadest ad	100 mL	100 mL	100 mL	100 mL

b. Pembuatan Obat Kumur

Cara kerja dalam pembuatan obat kumur sebagai berikut. Siapkan mortir kemudian masukkan ekstrak rimpang temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* R.), tambahkan gliserin 4g gerus hingga homogen, tambahkan sorbitol 9g gerus sampai homogen dan tambahkan Na benzoat gerus sampai homogen kemudian tambahkan aquadest hingga volume sediaan menjadi 100 ml kedalam mortir gerus hingga dapat dituang, saring kemudian masukkan kedalam botol, lalu tambahkan papermint oil 3-4 tetes ke dalam botol kemudian dikemas rapi dan baik (Noval *et al.*, 2020).

Evaluasi Sediaan Obat Kumur

a. Uji Organoleptis

Pada pengamatan uji organoleptis sediaan obat kumur atau mouthwash meliputi bau, rasa, warna, bentuk dari sediaan mouthwash ekstrak rimpang temulawak menggunakan panca indera.

b. Pengukuran pH

kemudian didiamkan selama 24 jam, lalu di tutup. Maserat dipisahkan secara manual dengan proses penyaringan diulangi sebanyak tiga kali dengan menggunakan pelarut dan jumlah yang sama. Ekstrak kental diperoleh dengan cara diuapkan dengan alat rotary evaporator (Dewi, Wahyuni, *et al.*, 2023) (Dewi *et al.*, 2024).

Pembuatan Obat Kumur

a. Rancangan Formula

Formulasi sediaan obat kumur adalah sebagai berikut:

Pemeriksaan pH dilakukan menggunakan pH meter dengan melakukan kalibrasi terhadap elektroda menggunakan larutan buffer standar 4 dan 7. Masukkan termometer kedalam sediaan obat kumur catat hasil suhu langkah selanjutnya elektroda dimasukkan kedalam sediaan obat kumur kemudian amati angka yang muncul catat sebagai data pH. Nilai pH suatu medium dapat mempengaruhi jenis bakteri yang akan tumbuh. Biasanya bakteri mempunyai pH optimum 6,5-7,5. Maka sediaan obat kumur ekstrak rimpang temulawak harus di luar range nilai pH optimum pertumbuhan bakteri, karena formulasi sediaan obat kumur yang diharapkan dapat bersifat sebagai antibakteri.

c. Uji Viskositas

Viskositas sediaan diuji menggunakan viskometer ostwald. Masukkan 50 mL sediaan melalui tabung I dan dihisap sampai cairan melewati bagian A tabung II. Kemudian biarkan cairan mengalir dari

batas "A" ke batas "B". Gunakan stopwatch untuk menghitung waktu yang dibutuhkan sediaan mengalir. Pengukuran viskositas untuk setiap sediaan diulang sebanyak 2 kali. Waktu yang dibutuhkan sediaan untuk mengalir kemudian dihitung berdasarkan viskositasnya (Handayani, Sundu and Sari, 2017).

d. Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Obat kumur

1. Pembuatan suspensi bakteri uji

Bakteri yang telah diinokulasi diambil menggunakan jarum ose yang steril diatas nyala api bunsen kemudian disuspensikan pada tabung berisi larutan NaCl 0,9% sampai diperoleh kekeruhan yang sama dengan larutan standar kekeruhan Mc. Farland.

2. Perendaman paper disk pada obat kumur

Rendam Paper disk yang akan digunakan ke dalam sediaan obat kumur F0, F1, F2, F3, dan Kontrol + (Minosep®) selama 15-30 menit lalu dikeringkan.

3. Uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi

Tuang \pm 15 mL medium MHA ke dalam 6 buah cawan petri, lalu dihomogenkan biarkan memadat. Rendam lidi kapas steril pada suspensi bakteri *Streptococcus mutans*, tunggu beberapa saat hingga cairan meresap dikapas, selanjutnya keluarkan dan peras lidi kapas dengan menekan pada dinding tabung bagian dalam sambil diputar-putar. Usapkan dipermukaan media MHA sampai

seluruh permukaan tertutup rapat, biarkan selama 5-15 menit supaya bakteri dapat menembus kedalam agar. Kemudian ditempelkan disk yang direndam dalam obat kumur ekstrak rimpang temulawak. Pengulangan dilakukan sebanyak 3 kali. Lalu cawan petri diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Kemudian diukur diameter zona hambat dari masing-masing konsentrasi sampel dengan menggunakan alat bantu penggaris dan jangka sorong (Dewi, Orde and Verawaty, 2020) (Dewi, Verawaty, *et al.*, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel rimpang temulawak diambil di Desa Rantau Embacang, Bungo, Jambi. Sampel diidentifikasi untuk memastikan kebenaran sampel di Herbarium Universitas Andalas. Hasil yang didapat adalah sampel yang diambil adalah *Curcuma zanthorrhiza* R. dengan surat hasil identifikasi nomor 239/K-ID/ANDA/2022. Sampel tersebut kemudian dibuat menjadi simplisia dan diekstraksi dengan etanol 70% selama 24 jam, dan dilakukan remaserasi sebanyak dua kali. Rendemen ekstrak yang didapat adalah 12,43%.

Ekstrak temulawak digunakan sebagai zat aktif pada sediaan obat kumur ekstrak temulawak dengan konsentrasi 2; 2,5; dan 3% dengan volume 100 mL. Hasil pengamatan organoleptis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Organoleptis Sediaan Obat Kumur Ekstrak Temulawak

Organoleptis	F0	F1	F2	F3
Bau	Bau Khas	Bau Khas	Bau Khas	Bau Khas
Bentuk	Cair	Cair	Cair	Cair
Warna	Bening	Kuning Keruh	Kuning Keruh	Kuning Keruh
Rasa	Mint Manis	Mint kelat	Mint kelat	Mint kelat

Dari hasil tersebut dapat dilihat tidak ada perbedaan bermakna dari parameter organoleptis bau, bentuk warna dan rasa. Yang terlihat agak berbeda yaitu kepekatan warna kuning dari sediaan obat kumur yang memiliki konsentrasi ekstrak temulawak 2; 2,5; dan 3 %, dimana obat kumur dengan konsentrasi lebih tinggi memiliki warna kuning keruh yang lebih pekat dibanding yang konsentrasi rendah.

Pengamatan pH dilakukan dengan pH meter untuk mengetahui tingkat keasaman sediaan obat kumur. Persyaratan pH untuk sediaan obat kumur yaitu harus sesuai dengan pH rongga mulut yaitu 5-7 dan di luar pH optimum pertumbuhan bakteri yaitu 6,5-7. Hasil pengamatan pH dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengamatan pH Sediaan Obat Kumur Ekstrak Temulawak

Hari	pH			
	F0	F1	F2	F3
Hari ke 0	5,27	5,15	5,41	5,39
Hari ke 7	5,37	5,70	5,58	5,72
Hari ke 14	5,24	5,36	5,43	5,23
Hari ke 21	5,11	5,25	5,97	5,98
Rata-rata±SD	5,24±0,10	5,36±0,23	5,59±0,25	5,58±0,33

Hasil uji pH obat kumur rimpang temulawak selama 4 minggu hasil pengukuran pH 5-6 yang berarti memenuhi syarat pH obat kumur karena tidak melewati rentang batas pH. Proses pengukuran pH sediaan obat kumur penting dilakukan untuk mengetahui kesesuaian pH obat kumur ekstrak rimpang temulawak dengan standar sediaan pH obat kumur, pengujian ini menunjukkan hasil sediaan obat kumur ekstrak rimpang temulawak stabil selama penyimpanan, aman digunakan, dan tidak mengiritasi mukosa mulut (Harun and Febrianti S, 2022).

Pengujian viskositas ditujukan untuk menentukan derajat kekentalan dari sediaan obat kumur, yang ikut menentukan kenyamanan dalam pemakaian sediaan obat kumur. Semakin viskositas sediaan obat kumur mendekati viskositas air yaitu 1 cP, maka semakin nyaman sediaan obat kumur tersebut digunakan. Hasil pengujian viskositas obat kumur ekstrak temulawak dapat dilihat pada Tabel 4. Data memperlihatkan bahwa rata-rata viskositas obat kumur ekstrak temulawak adalah 1,04 – 1,14 cP. Hasil tersebut mendekati viskositas air dan nyaman digunakan (Sulistiyono, Almasyhuri and Mukrim, 2022).

Tabel 4. Hasil Pengujian Viskositas Obat Kumur Ekstrak Temulawak

No	Formula	Viskositas (cP)				Rata-rata±SD
		Hari ke-0	Hari ke-7	Hari ke- 14	Hari ke- 21	
1	F0	1,06	0,97	1,12	1,02	1,04±0,07
2	F1	1,2	1,08	1,19	1,08	1,14±0,07
3	F2	1,04	0,96	1,06	1,10	1,04±0,06

4	F3	1,01	1,09	1,11	1,00	1,05±0,06
---	----	------	------	------	------	-----------

Pengujian aktivitas anti bakteri sediaan obat kumur ekstrak temulawak terhadap bakteri *Streptococcus mutans* dilakukan dengan metode sumuran. Bakteri *Streptococcus mutans* merupakan bakteri penyebab bau mulut yang dapat mengubah sukrosa menjadi asam. Diharapkan ekstrak

rimpang temulawak sebagai zat aktif dalam formula obat kumur dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. Hasil pengujian daya hambat obat kumur terhadap *Streptococcus mutans* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Daya Hambat Obat Kumur Ekstrak Temulawak Terhadap *Streptococcus mutans*

Formula	Diameter zona hambat (cm)			Rata-rata (cm) ±SD
	Cawan Petri 1	Cawan Petri 2	Cawan Petri 3	
Kontrol (+)	2,00	2,55	2,05	2,29±0,25
F0	1,43	1,35	1,47	1,42±0,06
F1	1,62	1,57	1,55	1,58±0,04
F2	1,51	1,54	1,54	1,53±0,02
F3	1,42	1,63	1,3	1,52±0,10

Dari hasil analisa statistik diameter zona hambat obat kumur, dapat dilihat bahwa dengan menambahkan ekstrak temulawak hingga 3% tidak meningkatkan aktivitas anti bakteri obat kumur ekstrak temulawak terhadap bakteri *Streptococcus mutans* secara signifikan dibandingkan basis obat kumur (F0). Produk pembanding yaitu obat kumur dengan merek dagang Minosep® menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* secara signifikan dibandingkan dengan sediaan obat kumur ekstrak temulawak ($p < 0.05$).

SIMPULAN

Sediaan obat kumur ekstrak temulawak memiliki hasil evaluasi yang baik sebagai obat kumur, namun tidak memberikan aktivitas anti bakteri yang baik terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. Disarankan dilakukan peningkatan konsentrasi ekstrak temulawak pada formula sediaan obat kumur ekstrak temulawak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai dari Dana Penelitian Dosen Yayasan Prayoga Padang tahun 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, I. P., Verawaty, *et al.* (2023) 'Aktivitas Antibakteri Gel Ekstrak Etanol Kulit Batang *Garcinia cowa* Roxb. Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*', *Jurnal Akademi*, 8(2), pp. 12–18.
- Dewi, I. P., Wahyuni, F. S., *et al.* (2023) 'Garcinia cowa Roxb. ethanol extract inhibits inflammation in LPS-induced Raw 264.7 Macrophages', *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 15(Special Issue 1), pp. 1–4. doi: 10.22159/ijap.2023.v15s1.01.
- Dewi, I. P. *et al.* (2024) 'Curcuma Aeruginosa Roxb. Extract Inhibits the Production of Proinflammatory Cytokines on Raw 264.7 Macrophages', *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 16(1), pp. 41–44. doi: 10.22159/ijap.2024.v16s1.08.
- Dewi, I. P., Orde, I. M. and Verawaty, V. (2020) 'Efektivitas Gel Ekstrak Etanol Bawang Putih (*Allium sativum* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*', *Jurnal Riset Kefarmasian*

- Indonesia*, 2(2), pp. 105–112. doi: 10.33759/jrki.v2i2.84.
- Djauhari Purwakusumah, E., Royani, L. and Rafi, M. (2016) 'Evaluasi Aktivitas Antioksidan dan Perubahan Metabolit Sekunder Mayor Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) pada Umur Rimpang yang Berbeda', *Jurnal Jamu Indonesia*, 1(1), pp. 10–17. doi: 10.29244/jjidn.v1i1.30590.
- Handayani, F., Sundu, R. and Sari, R. M. (2017) 'Formulasi dan Uji Aktivitas Antibakteri *Streptococcus mutans* Dari Sediaan Mouthwash Esktrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.)', *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 1(8), pp. 422–433.
- Harun, N. and Febrianti S, E. (2022) 'Uji Efektivitas Antiseptik Obat Kumur Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) Terhadap Bakteri Isolat Mulut', *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 4(3), pp. 268–274. doi: 10.25026/jsk.v4i3.1036.
- Mahmudah, F. L. and Atun, S. (2017) 'Uji Aktivitas Antibakteri Dari Ekstrak Etanol Temukunci (*Boesenbergia pandurata*) Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*', *Jurnal Penelitian Saintek*, 22(1), pp. 59–66.
- Noval *et al.* (2020) 'Formulasi dan Evaluasi Sediaan Obat Kumur (Mouthwash) Dari Antiseptik Mulut Mouthwash Formulation and Evaluation of Bundung Plants (*Actinoscirpus grossus*) Ethanol Extract as a Mouth Antiseptic Abstrak', *Jurnal Surya Medika*, 6(1), pp. 112–120.
- Rasyadi, Y. (2018) 'Formulasi Sediaan Obat Kumur Dari Ekstrak Daun Sukun *Artocarpus altilis* (Parkinson ex F.A.Zorn) Fosberg', *Chempublish Journal*, 3(2), pp. 76–84. doi: 10.22437/chp.v3i2.5767.
- Sulistiyono, F. D., Almasyhuri and Mukrim, R. F. (2022) 'Formulasi Sediaan Obat Kumur Kombinasi Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) dan Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)', *Chimica et Natura Acta*, 10(1), pp. 22–25. doi: 10.24198/cna.v10.n1.36832.
- Toar, A. I., Posangi, J. and Wowor, V. (2013) 'Daya Hambat Obat Kumur Cetylpyridinium Chloride Dan Obat Kumur Daun Sirih Terhadap Pertumbuhan *Streptococcus Mutans*', *Jurnal Biomedik (Jbm)*, 5(1), pp. 163–168. doi: 10.35790/jbm.5.1.2013.2639.
- Wardhana, Y. W. *et al.* (2012) 'Uji Aktivitas Anti Bakteri Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Streptococcus mutans* Menggunakan Konsentrasi Hambat Tumbuh Minimum (KHTM)', *Simposium Nasional Kimia Bahan Alam XX (Simnas KBA-2012)*, (October).
- Yasir, A. S., Rai Saputri, G. A. and Chandra, Y. (2020) 'Formulasi Sediaan Kumur Esktrak Etanol 96% Daun Seledri (*Apium graveolens* L.) Sebagai Antibakteri *Streptococcus mutans* Penyebab Bau Mulut', *Jurnal Farmasi Malahayati*, 3(1), pp. 1–11. doi: 10.33024/jfm.v3i1.2433.