

PERBANDINGAN SEDIAAN BUAH MENKGUDU (*Morinda citrifolia* L.) SEGAR DAN HASIL FERMENTASI**COMPARISON FRESH AND FERMENTED JUICE OF NONI FRUIT (*Morinda citrifolia* L.)**Siti Mudaliana¹, Retno Indriatie¹, Febriyana Rizky Hapsari¹¹UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu, Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur

Naskah diterima tanggal 3 Desember 2019

ABSTRACT

Mengkudu/ noni fruit is commonly used in traditional medicine, especially to reduce the risk of diabetes. The people of East Java use Noni fruit in two ways, by drinking fresh noni juice or fermented juice. However, the safety and quality of the fermented juice had not been scientifically tested. This study aimed to compare fresh noni juice and fermented juice. The first sample was an aqueous extract of ripen noni fruit. The second sample came from the fermentation process which was carried out by fermented ripen noni under direct sunlight for 6 weeks in the tightly closed transparent sterilized glass jar. The juice that came out from this process then collected for further analysis. Analysis was performed on the total plate count, yeast mold count, and phytochemical content. Bacterial and yeast contamination in fermented juices are 0 and $5,1 \times 10^3$ cfu/ml, while fresh juices are $3,1 \times 10^3$ and 0 cfu/ml, respectively. Fermented noni fruits are known to contain flavonoids and triterpenoids, while fresh noni contains flavonoids, alkaloids, saponins, and triterpenoids. Further analysis showed that both samples did not contain flavonoids of quercetin, rutin and catechins. In the conclusion, fermentation process is proven not resulting better quality of noni fruits, even it reduces the phytochemical content of noni fruit.

Keywords : *Mengkudu, noni fruit, Morinda citrifolia, fermentation, noni fruit juice*

ABSTRAK

Buah mengkudu sering digunakan dalam pengobatan tradisional, terutama untuk diabetes. Masyarakat Jawa Timur memanfaatkan buah mengkudu dengan dua cara, yaitu dengan meminum jus buah mengkudu segar atau jus hasil proses fermentasi. Hanya saja, keamanan dan kualitas sediaan hasil fermentasi ini belum teruji secara ilmiah. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan jus buah mengkudu segar dan sediaan hasil fermentasi. Sediaan pertama berasal dari jus buah mengkudu yang sudah matang di pohon. Buah mengkudu ini dihaluskan dengan blender. Sediaan kedua berasal dari proses fermentasi yang dilakukan dengan cara, buah mengkudu dimasukkan ke dalam toples kaca transparan steril, kemudian ditutup rapat dan didedahkan di bawah sinar matahari langsung selama 6 minggu. Jus yang keluar dari proses ini kemudian ditampung untuk dianalisis lebih lanjut. Analisis dilakukan terhadap angka lempeng total, angka kapang khamir, serta kandungan fitokimia. ALT dan AKK pada sediaan fermentasi adalah 0 dan $5,1 \times 10^3$ cfu/ml, sedangkan jus segar mengandung bakteri $3,1 \times 10^3$ dan fungi 0cfu/ml. Mengkudu hasil fermentasi diketahui mengandung flavonoid dan triterpenoid, sedangkan mengkudu segar mengandung flavonoid, alkaloid, saponin, dan triterpenoid. Analisis lebih lanjut menunjukkan kedua jenis sediaan tidak mengandung flavonoid jenis quercetin, rutin, dan katekin. Dapat disimpulkan bahwa proses fermentasi tidak menghasilkan produk yang lebih berkualitas, bahkan terlihat fermentasi mengurangi kandungan fitokimia buah mengkudu.

Kata Kunci : mengkudu, buah noni, *Morinda citrifolia*, fermentasi, jus buah mengkudu

PENDAHULUAN

Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) merupakan tanaman yang termasuk ke dalam

Alamat korespondensi :
mudaliana@gmail.com

famili Rubiaceae. Penggunaan mengkudu dalam pengobatan tradisional oleh masyarakat Polinesia telah dilakukan sejak lebih dari 2000 tahun yang lalu (Whistler, 1985). Bagian tanaman yang sering dimanfaatkan dalam pengobatan

tradisional adalah buah, meskipun ada juga yang menggunakan daun dan akar (MohdZin, et al., 2002; Setyowati, et al., 2011; Haryono, et al., 2014). Buah mengkudu secara empiris dimanfaatkan untuk mengatasi diabetes, mencegah kanker, antioksidan, dan menurunkan kolesterol. Suku Dayak Ngaju di Kalimantan Tengah memanfaatkan parutan buah mengkudu untuk membersihkan darah setelah persalinan (Setyowati, et al., 2011). Studi etnobotani lainnya yang dilakukan di sebuah desa di Kalimantan Barat menyatakan bahwa buah mengkudu digunakan untuk mengobati hipertensi dan sakit kuning atau hepatitis (Haryono, et al., 2014).

Studi secara *in vivo* menunjukkan bahwa ekstrak buah mengkudu secara signifikan dapat menurunkan kadar gula darah pada hewan model (Adnyana, et al., 2004; Nayak, et al., 2011). Buah mengkudu juga terbukti mempunyai aktivitas antioksidan (Rohman & Riyanto, 2005), antikanker (Akihisa, et al., 2007), dan hepatoprotektif (Nayak, et al., 2011). Jus hasil fermentasi buah mengkudu / *fermented Morinda citrifolia* (FMC) bisa dimanfaatkan sebagai makanan fungsional dalam mengatasi diabetes melitus tipe 2 (Lee, et al., 2012).

Buah mengkudu mengandung senyawa terpenoid dan asam lemak (Levand & Larson, 1979). Beberapa senyawa juga ditemukan terdapat pada buah mengkudu, di antaranya morindon, morindin, asperulosida, acubin, caproic acid, caprylic acid, damnacanthal, scopoletin, dan alkaloid (Heinicke, 1985). Studi yang dilakukan oleh Akihisa, et al. (2007) menunjukkan bahwa ekstrak metanol buah mengkudu mengandung antrakuinon dan flavonoid, serta *saccharide fatty acid esters* dan iridoid glycoside, sebuah senyawa terpenoid.

Pemanfaatan buah mengkudu sebagai obat diabetes oleh masyarakat Jawa Timur dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan meminum jus hasil fermentasi dan jus dari buah mengkudu segar. Studi pendahuluan menunjukkan bahwa masyarakat Jawa Timur sangat meyakini bahwa jus hasil fermentasi lebih berkhasiat. Hanya saja belum ada jaminan akan keamanan pangan dari bahan ini. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk menguji berbagai sediaan jus buah mengkudu. Penelitian ini dilakukan untuk melihat keamanan pangan jus buah mengkudu dari sisi cemaran mikroba, serta dilakukan pengujian untuk membandingkan kandungan aktif dari 2 sediaan jus buah mengkudu, yaitu jus buah mengkudu segar dan hasil fermentasi.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol/ toples kaca steril, autoklaf, inkubator, *automatic colony counter* (Interscience

Scan 300), *thin layer chromatography* scanner (Camag TLC Scanner 3) beserta software winCATS.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) yang matang di pohon dengan umur sekitar 3 bulan dan dipanen pada pagi hari, larutan NaCl 0,9% steril, *plate count agar* (PCA, Merck, cat.nr.1.05463.0500), *potato dextrose agar* (PDA, Merck cat.nr. 110130.0500), aquades steril, plat silica gel 60 F₂₅₄ (Merck, cat.nr.1.05554.0001), standard quercetin (Sigma-Aldrich, PC code 101419342 Q4951-10G), dan rutin (Sigma, PC code 101293106 R5143-50G).

Metode

Untuk penelitian ini dilakukan pengujian cemaran mikroba dan kandungan fitokimia terhadap sampel yang digunakan.

1. Preparasi jus buah mengkudu (*Morinda citrifolia*)

Sampel yang digunakan ada dua macam, yaitu jus buah mengkudu segar dan jus mengkudu fermentasi. Sampel yang digunakan berupa buah mengkudu yang telah matang di pohon dengan umur sekitar 3 bulan dari sejak buah muncul. Proses pemanenan dilakukan pada pagi hari. Buah mengkudu yang telah dipanen kemudian direndam dengan sodium hipoklorit 5% selama 5 menit dan dibilas dengan akuades steril masing-masing sebanyak tiga kali sebelum diproses lebih lanjut dengan tujuan untuk 'sterilisasi' dari mikroba yang menempel. Untuk sampel jus buah mengkudu segar, 880 gram buah mengkudu ditambahkan sekitar 300 ml aquades steril dan dihaluskan dengan menggunakan blender yang sebelumnya telah disterilkan, kemudian disaring untuk memisahkan bagian biji. Semua langkah dilakukan secara aseptis. Sedangkan jus buah mengkudu fermentasi dibuat dengan cara memasukkan 4 buah mengkudu dengan berat total 880 gram ke dalam toples kaca steril. Selanjutnya toples ditutup rapat dengan menggunakan lakban dan dipanaskan di bawah sinar matahari langsung selama 6 minggu. Jus yang keluar dari buah kemudian ditampung dan dilakukan pengujian cemaran mikroba dan kandungan fitokimia secara kualitatif dan kuantitatif.

2. Pengujian cemaran mikroba

Pengujian cemaran mikroba dilakukan melalui pengujian angka lempeng total (ALT) dan angka kapang/khamir (AKK). Untuk pengujian angka lempeng total, sebanyak 10 ml sampel dilarutkan dalam 90 ml larutan 0,9% NaCl steril, dan diaduk dengan batang pengaduk steril hingga homogen. Larutan ini dianggap sampel dengan pengenceran 10⁻¹. Selanjutnya dilakukan

pengenceran berseri 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , dan 10^{-8} dengan pelarut 0,9% NaCl steril. Selanjutnya masing-masing 1 ml sampel dipipet dan dikultur dalam medium PCA, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C . Penghitungan koloni dilakukan setelah inkubasi 1 x 24 jam. Bila koloni belum mencapai angka 30 – 300, maka penghitungan dilakukan pada 24 jam berikutnya, dan seterusnya sampai maksimal hari ke-5. Penentuan jumlah koloni mengikuti aturan yang ditetapkan Pusat Pengujian Obat dan Makanan Nasional (MA PPOMN nomor 96/mik/00), serta dinyatakan dalam koloni/gram atau koloni/ml.

Uji angka kapang/ khamir (AKK) dilakukan dengan cara: sebanyak 25 gram sampel dilarutkan dalam 225 ml larutan 0,9% NaCl steril, dan diaduk dengan batang pengaduk steril hingga homogen. Larutan ini dianggap sampel dengan pengenceran 10^{-1} . Dianggap demikian karena 25 gram sampel ada dalam 250 ml total campuran sesuai dengan metode standar yang ditetapkan PPMON. Selanjutnya dilakukan pengenceran berseri 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , dan 10^{-8} dengan pelarut 0,9% NaCl steril. Selanjutnya masing-masing 1 ml sampel dipipet dan dikultur dalam medium PDA steril, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C . Penghitungan koloni dilakukan setelah inkubasi 1 x 24 jam. Bila koloni belum mencapai angka 10 – 150, maka penghitungan dilakukan pada 24 jam berikutnya, dan seterusnya sampai maksimal hari ke-5. Penentuan jumlah koloni mengikuti aturan yang ditetapkan Pusat Pengujian Obat dan Makanan Nasional, serta dinyatakan dalam koloni/gram atau koloni/ml (BPOM, 2008).

3. Pengujian kadar fitokimia secara kualitatif

Pengujian kandungan fitokimia secara kualitatif dilakukan untuk mengetahui adanya flavonoid, alkaloid, saponin, dan tannin menggunakan prosedur standar seperti dijelaskan sebelumnya (Harborne, 1987).

Skrining flavonoid

Sampel ditambahkan akuades 1 ml, kemudian dipanaskan selama 5 menit. Selanjutnya, ditambahkan 0,1 g magnesium powder dan 3 tetes HCL 38%. Jika larutan berubah warna menjadi jingga hingga merah, maka positif mengandung flavonoid

Skrining alkaloid

Sampel ditambahkan kloroform dan $\text{NH}_3 = 2:1$, kemudian sampel dimasukkan kedalam 3 tabung reaksi yang berbeda. Masing-masing ditetesi dengan reagen yang berbeda, yaitu 3 tetes reagen Meyer, reagen Dragendrof dan reagen Bouchardat. Hasil positif ditunjukkan dengan adanya endapan larutan yang terbentuk di dasar tabung.

Skrining saponin

Sampel ditambahkan akuades 1 ml, kemudian ditambahkan 1 ml air panas dan

dikocok selama 1 menit, selanjutnya ditambahkan dengan 2 tetes HCL 38%. Hasil positif ditunjukkan dengan adanya busa yang terbentuk.

Skrining tanin

Sampel ditambahkan akuades 1 ml, kemudian dipanaskan selama 5 menit, setelah dipanaskan ditambahkan FeCl_3 1%. Jika larutan menjadi coklat kehijauan atau biru kehitaman berarti positif mengandung tanin.

Skrining terpenoid

Masing-masing 5 ml sampel dicampur dengan 3 tetes reagen Bouchardat. Perubahan warna menjadi hijau kebiruan menunjukkan positif steroid. Lapisan warna coklat kemerahan yang terbentuk menunjukkan hasil positif untuk keberadaan triterpenoid.

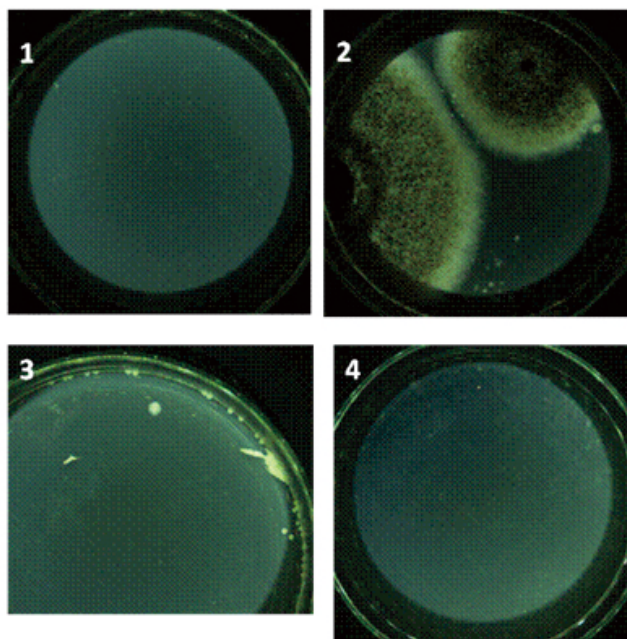
4. Pengujian kadar fitokimia secara kuantitatif

Sebanyak 1 mL sampel dilarutkan dalam etanol p.a. 10 ml. Selain sampel, juga dilakukan pelarutan 10 mg standar (quercetin, rutin, dan katekin) dalam 50 ml etanol p.a., dilanjutkan dengan pengenceran hingga diperoleh standar dengan kadar : 200; 175; 150; 125; dan 100 ppm. Kemudian 2 μl sampel ditotolkan pada plat silica gel 60 F254 dan dieluasi menggunakan kloroform : etil asetat : asam format : metanol (3:3:0,8:0,2); etil asetat : butanol : asam format : aquades (5:3:1:1); dan kloroform : etanol : etil asetat : toluen : asam format (6:2:4:1:1) berturut-turut untuk quercetin, rutin dan katekin. Deteksi dilakukan di bawah sinar UV panjang gelombang 425 nm dengan densitometer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Angka lempeng total menunjukkan jumlah bakteri dalam sampel. Pada sampel jus buah mengkudu segar terdapat cemaran bakteri rata-rata sebanyak $3,1 \times 10^3$ koloni per ml sampel, sedangkan pada jus buah hasil fermentasi diketahui bahwa tidak ada koloni yang tumbuh seperti terlihat pada gambar 1 dan tabel 1. Pada proses fermentasi dipastikan menghasilkan etanol. Jus buah mengkudu hasil fermentasi diketahui mengandung etanol sebanyak $\pm 10\%$ dengan pH 4,5. Kandungan etanol dan pH yang relatif asam inilah kemungkinan yang menghambat pertumbuhan bakteri. Sedangkan pada jus buah segar terdapat pertumbuhan bakteri, hanya saja nilainya di bawah ambang batas cemaran mikroba yang dipersyaratkan ($\leq 10^5$ koloni/ml).

Kandungan etanol dari sampel fermentasi pada penelitian ini relatif lebih tinggi dibanding penelitian sebelumnya (Amar, et al., 2004), tetapi nilai pH lebih tinggi. Etanol diketahui mampu mendenaturasi protein dan melarutkan asam lemak pada membran sel bakteri (Ingram, 1989). Dari Gambar 1 dan Tabel 1 diketahui bahwa



Gambar 1. Hasil ALT (1) dan AKK (2) untuk sampel jus hasil fermentasi buah mengkudu, serta ALT (3) dan AKK (4) untuk sampel jus buah mengkudu segar

kapang/khamir masih dapat tumbuh pada sampel hasil fermentasi, tetapi tidak ditemukan pada sampel dari sediaan segar. Angka kapang/khamir (AKK) pada sampel hasil fermentasi tidak melebihi nilai yang dipersyaratkan ($\leq 5 \times 10^5$). Dengan demikian, baik sampel dari fermentasi maupun sediaan segar aman dikonsumsi.

Dari tabel 2 di bawah ini dapat dilihat bahwa sediaan segar mengandung flavonoid, alkaloid, saponin, dan triterpenoid. Sedangkan hasil fermentasi hanya mengandung flavonoid dan triterpenoid. Akan tetapi, analisis lebih lanjut terhadap flavonoid quercetin dan rutin diperoleh

hasil nihil untuk kedua perlakuan. Aktivitas antidiabetes dari buah mengkudu kemungkinan terkait dengan kandungan flavonoid, tetapi bukan quercetin maupun rutin; dan triterpenoid di dalamnya. Flavonoid dapat mengatasi diabetes melalui berbagai mekanisme, diantaranya dengan (i) meningkatkan sekresi insulin, mengurangi apoptosis dan mendorong proliferasi sel-sel β pankreas; (ii) meningkatkan hiperglikemia melalui regulasi metabolisme glukosa pada hepatosit; (iii) mengurangi resistensi insulin, peradangan dan stres oksidatif pada otot dan lemak dan (iv) meningkatkan penyerapan glukosa pada otot rangka dan jaringan adiposa putih (Babu, et al., 2013; Vinayagam & Xu, 2015). Triterpenoid merupakan bahan alam yang menjanjikan dalam pencegahan komplikasi diabetes. Triterpenoid memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dan terbukti mampu menghambat pembentukan produk akhir dari proses glikasi, yang menyebabkan triterpenoid tidak hanya ampuh dalam mengatasi diabetes, tetapi juga dapat mencegah obesitas (Nazaruk & Borzym-Kluczyk, 2015). Quercetin dan rutin, dua senyawa flavonoid, terbukti mampu menurunkan efek dari diabetes tipe 2 (Jadhav & Puchchakayala, 2012). Pada sampel jus buah mengkudu, baik segar maupun fermentasi tidak mengandung flavonoid jenis quercetin maupun rutin (tabel 2). Kemungkinan aktivitas antidiabetes disebabkan oleh kandungan flavonoid jenis lain dan triterpenoid.

Pada sampel jus dari buah mengkudu segar juga terdapat alkaloid dan saponin. Beberapa studi menunjukkan hubungan positif antara alkaloid yang terkandung pada tanaman obat dan aktivitas antidiabetes, misalnya alkaloid pada daun tapak dara (*Catharantus roseus*)

Tabel 1. Angka lempeng total (ALT) dan angka kapang/ khamir (AKK) jus buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.)

Jenis sampel	ALT rata-rata (cfu/ml)	AKK rata-rata (cfu/ml)
Jus buah mengkudu segar	$3,1 \times 10^3$	0
Jus buah mengkudu fermentasi	0	$5,1 \times 10^3$

Tabel 2. Kandungan fitokimiajus buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.)

Senyawa fitokimia	Jus buah mengkudu segar	Jus buah mengkudu fermentasi
Flavonoid	+	+
Alkaloid	+	-
Saponin	+	-
Tanin	-	-
Terpenoid: steroid	-	-
Terpenoid: triterpenoid	+	+
Quercetin	0	0
Rutin	0	0

terbukti mampu menginduksi peningkatan penyerapan gula secara *in vitro* (Tiong, et al., 2013), serta alkaloid dari tanaman *Capparis decidua* yang sudah umum ditambahkan dalam obat pengontrol diabetes (Sharma, et al., 2010). Begitu pula dengan saponin yang terbukti mempunyai aktivitas anti-hiperglikemia (Elekofehinti, 2015). Dengan demikian bisa dikatakan jus dari buah mengkudu segar lebih banyak mengandung senyawa antidiabetes dibandingkan dengan hasil fermentasi.

KESIMPULAN

Jus buah mengkudu hasil fermentasi terbukti tidak lebih baik dibandingkan dengan jus dari buah mengkudu segar. Jadi, dapat disimpulkan bahwa jus buah mengkudu hasil fermentasi tidak lebih baik dalam mengatasi diabetes.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, I. K. et al., 2004. Uji aktivitas antidiabetes ekstrak etanol buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.). *Acta Pharmaceutica Indonesia*, XXIX(2), pp. 43-49.
- Akihisa, T. et al., 2007. Anti-inflammatory and Potential Cancer Chemopreventive Constituents of the Fruits of *Morinda citrifolia* (Noni). *J. Nat. Prod.*, 70(5), pp. 754-757.
- Amar, A. et al., 2004. *Analisis mikroorganisme, kandungan alkohol dan asam lemak sari buah mengkudu dengan gas chromatography*. Jakarta, Prosiding Seminar Nasional dan Kongres Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI).
- Babu, P. V. A., Liu, D. & Gilbert, E. R., 2013. Recent advances in understanding the anti-diabetic actions of dietary flavonoids. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 24(11), pp. 1777-1789.
- BPOM, 2008. *Pengujian Mikrobiologi Pangan*. Jakarta: BPOM RI.
- Elekofehinti, O. O., 2015. Saponins: Anti-diabetic principles from medicinal plants – A review. *Pathophysiology*, 22(2), pp. 95-103.
- Harborne, J., 1987. *Metode fitokimia: penuntun cara modern menganalisis tumbuhan*. Bandung: Penerbit ITB.
- Haryono, D., Wardenaar, E. & Yusro, F., 2014. Kajian etnobotani tumbuhan obat di Desa Mengkiang Kecamatan Sanggau Kapuas Kabupaten Sanggau. *Jurnal Hutan Lestari*, 2(3), pp. 427-434.
- Heinicke, R., 1985. The pharmacologically active ingredient of Noni. *Bulletin of the national tropical Botanical garden*, 15(1), pp. 45-52.
- Ingram, L. O., 1989. Ethanol tolerance in bacteria. *Critical Reviews in Biotechnology*, 9(4), pp. 305-319.
- Jadhav, R. & Puchchakayala, G., 2012. Hypoglycemic and antidiabetic activity of flavonoids: boswellic acid, ellagic acid, quercetin, rutin on streptozotocin-nicotinamide induced type 2 diabetic rats. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(2), pp. 251-256.
- Lee, S.-Y. et al., 2012. Antidiabetic effect of *Morinda citrifolia* (Noni) fermented by Cheonggukjang in KK-Ay diabetic mice. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Volume 2012, p. 8 pages.
- Levand, O. & Larson, H. O., 1979. Some chemical constituents of *Morinda citrifolia*. *Planta Medica*, 36(6), pp. 186-187.
- MohdZin, Z., Abdul-Hamid, A. & Osman, A., 2002. Antioxidative activity of extracts from Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) root, fruit and leaf. *Food Chemistry*, 78(2), pp. 227-231.
- Nayak, B. S., Marshall, J. R., Isitor, G. & Adogwa, A., 2011. Hypoglycemic and hepatoprotective activity of fermented fruit juice of *Morinda citrifolia*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Volume 2011, pp. 1-5.
- Nazaruk, J. & Borzym-Kluczyk, M., 2015. The role of triterpenes in the management of diabetes mellitus and its complications. *Phytochem Rev.*, 2015(14), pp. 675-690.
- RI, B., 2008. *Pengujian Mikrobiologi Pangan*. Jakarta: BPOM.
- Rohman, A. & Riyanto, S., 2005. Aktivitas antioksidan ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.). *Agritech*, 25(3), pp. 131-136.
- Setyowati, F. M. et al., 2011. Etnobotani masyarakat dayak ngaju di daerah Timpah Kalimantan Tengah. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 6(3), pp. 502-510.
- Sharma, B. et al., 2010. Anti-diabetic potential of alkaloid rich fraction from *Capparis decidua* on diabetic mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 127(2), pp. 457-462.
- Tiong, S. H. et al., 2013. Antidiabetic and Antioxidant Properties of Alkaloids from *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. *Molecules*, 18(8), pp. 9770-9784.
- Vinayagam, R. & Xu, B., 2015. Antidiabetic properties of dietary flavonoids: a cellular mechanism review. *Nutrition & Metabolism*,

12(60), pp. 1-20.

Whistler, W., 1985. Traditional and herbal medicine in the cook islands. *J Ethnopharm* 1985, Volume 13, pp. 239-80.