MATHunesa
Jurnal Ilmiah Matematika
e-ISSN : 2716-506X | p-ISSN : 2301-9115

Volume 12 No 01
Tahun 2024

PEMODELAN DINAMIKA MAKANAN CEPAT SAJI DAN OBESITAS UNTUK MENGEVALUASI EFEK TEKANAN TEMAN SEBAYA

Viora Roza Savitri
Matematika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan dan Alam, Universitas Negeri Padang
e-mail: viorasavitri07@gmail.com

Muhammad Subhan
Matematika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan dan Alam, Universitas Negeri Padang
*Penulis Korespondensi: 13subhan@fmipa.unp.ac.id

Abstrak

Obesitas merupakan masalah Kesehatan yang semakin meningkat di kalangan remaja dan konsumsi makanan cepat saji sering disebutkan sebagai faktor penyebab. Ini juga bisa menjadi tekanan teman sebaya mempengaruhi perilaku makan yang tidak sehat, termasuk konsumsi makanan cepat saji. Tujuan dari penelitin ini adalah untuk memodelkan dinamika konsumsi f*ast food* dan obesitas remaja menilai dampak tekanan teman sebaya. Penilitian ini merupakan penelitian dasar atau teoritis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu deskriptif (ilustratif). Penelitian ini dilakukan dengan cara identifikasi variabel, parameter dan hipotesis yang berkaitan dengan masalah sehingga dapat dibuat model matematika untuk makanan cepat saji dan obesitas untuk menilai tekanan teman sebaya. Selain itu analisis model matematika dilakukan dan ditentukan kestabilan titik kesetimbangan. Berdasarkan hasil analisis model matematis makanan cepat saji dan obesitas untuk menilai efek tekanan titik referensi, titik kesetimbangan tercapai dan stabilitas dipantau titik kesetimbangan didasarkan pada nilai matriks Jacobian yang stabil asimtotik lokal dan tidak stabil, maka dilakukan simulasi.
Kata Kunci : Model Matematika, Obesitas, Kegemukan.

Abstract

Obesity is a health problem that is increasing among teenagers and consumption of fast food is often cited as a contributing factor. It could also be that peer pressure influences unhealthy eating behavior, including consumption of fast food. The aim of this research is to model the dynamics of fast food consumption and adolescent obesity to assess the impact of peer pressure. This research is basic or theoretical research. The method used in this research is descriptive (illustrative). This research was carried out by identifying variables, parameters and hypotheses related to the problem so that a mathematical model can be created for fast food and obesity to assess peer pressure. In addition, mathematical model analysis is carried out and the stability of the equilibrium point is determined. Based on the results of the analysis of the mathematical model of fast food and obesity to assess the effect of reference point pressure, the equilibrium point is reached and the stability of the equilibrium point observation is based on locally asymptotically stable and unstable Jacobian matrix values, a simulation is carried out.
Keywords: Mathematical Model, Obesity, Overweight.

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, penyakit kronis telah meningkat di seluruh dunia, seperti tekanan darah tinggi, diabetes, serangan jantung dan kanker. Faktor kerentanan umum Salah satu penyakit tersebut adalah obesitas. Obesitas adalah kondisi di mana hal itu terjadi penumpukan lemak tubuh berlebih sehingga berat badan seseorang jelas lebih tinggi dari biasanya dan dapat membahayakan kesehatan. Obesitas disebabkan oleh ketidakseimbangan energi energi masuk dan keluar. Obesitas, juga dikenal sebagai kelebihan berat badan, merupakan suatu masalah yang cukup mengkhawatirkan dikalangan remaja. Salah satu penyebab obesitas adalah hal ini seringnya konsumsi makanan cepat saji (Al-Tuwairqi & Matbouli, 2021).

Makanan cepat saji merupakan suatu hidangan yang mudah dikemas, mudah disajikan, praktis atau mudah ditangani . Biasanya disajikan sebagai makanan cepat saji Industri makanan menawarkan teknologi tinggi dan berbagai bahan tambahan mengawetkan produk dan memberinya rasa (Valoka, 2017). Berdasarkan aspek gizinya (Naufal, 2022), disebut makanan cepat saji, adalah makanan yang mengandung kalori, lemak, banyak garam, gula, tapi sedikit serat, vitamin, asam askorbat, kalsium dan folat. Makanan cepat saji yang paling sering dimakan adalah hamburger, pizza, kentang goreng, ayam goreng, mie instan, mie ayam dan bakso (Nurlela, 2015).

Kebiasaan konsumsi makanan menunjukkan keinginan yang dipilih sendiri oleh setiap orang memilih makanan dan mengkonsumsinya sesuai keinginan. Setiap orang mempunyai kebiasaan berbelanja Indonesia saat ini sangat berbeda karena jumlah dan jenis pangannya telah berubah. Sebuah fenomena, hal ini juga terjadi pada orang yang mempunyai hobi mengonsumsi makanan cepat saji. Dampak buruk dari kebiasaan mengonsumsi makanan cepat saji, banyak hal yang bisa dipicu oleh terlalu banyak mengonsumsi zat ini masalah kesehatan seperti kelebihan berat badan dan obesitas. Kombinasi dengan teman selama masa pubertas, sangat penting untuk mengembangkan keinginan untuk berperilaku buruk. Oleh karena itu, generasi muda saat ini lebih banyak menghabiskan waktu di luar rumah dan menghabiskan waktu bersama teman-temannya mengizinkannya makan makanan cepat saji yang menyebabkan satu penampilan yang menyebabkan terjadinya penyimpangan pada kebiasaan makan dan perilaku remaja (Hamann, 2012)..

Mengonsumsi makanan cepat saji dapat meningkatkan risiko obesitas. Berdasarkan menurut Organisasi untuk Kerja Sama dan Pembangunan Ekonomi (OECD), obesitas sedang meningkat yang penting di semua negara di dunia. Di urutan teratas daftar adalah Amerika Serikat, dimana obesitas meningkat dari 14% menjadi sekitar 34%, yaitu sekitar sepertiga populasi. Sementara menurut studi Kementerian Kesehatan Saudi, statistik obesitas mencapai 24 persen pria dan 34% pada wanita (Rosenheck, 2012).Di Indonesia, obesitas mengalami peningkatan dalam 10 tahun terakhir cukup signifikan. Dari 10 persen pada tahun 2007 menjadi 21,8 persen pada tahun 2018 Konferensi pers Hari Obesitas Sedunia 2023 secara virtual. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa 96% pelajar Amerika mengenal dan mengkonsumsi makanan cepat saji (Marlen, 2011).

Para peneliti secara khusus melihat hubungan antara pengaruh teman sebaya dan obesitas. Penelitian terhadap anak-anak di Eropa menunjukkan bahwa ada hubungan antara pengaruh teman sebaya usia dan obesitas (L.Bogl,K.Mehig, 2020). Salah satu studi pertama menemukan ukuran tekanan teman sebaya bahwa kaum muda dengan BMI (*Body Mass Index*) lebih tinggi memiliki pengaruh yang signifikan teman sebaya lebih mempengaruhi perempuan dibandingkan laki-laki (K.Strombotne, 2019). Tekanan teman sebaya yang terkait dengan perilaku terkait berat badan juga telah dipelajari, terutama dalam kaitannya dengan bagaimana tekanan kaum muda mempengaruhi frekuensinya makan makanan cepat saji (Fortin.B, 2015).

Banyak fenomena sosial yang telah dipelajari dan dianalisis dengan bantuan model matematika dan wabah penyakit (Al-Tuwairqi & Matbouli, 2021). Model matematika dapat digunakan memodelkan dinamika makanan cepat saji dan obesitas dengan mengidentifikasi faktor-faktor ini mempengaruhi perilaku makan dan kesehatan, dan dampaknya dapat diukur secara kuantitatif. Beberapa faktor yang dapat dijadikan model antara lain asupan kalori, lemak, gula dan zat gizi lainnya, makanan cepat saji dan faktor psikologis seperti tekanan teman sebaya. Dalam penelitian ini analisis dilakukan terhadap perilaku model matematika pada obesitas terkait peradangan kronis. Oleh karena itu, model matematika dapat membantu untuk memahami dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku makan dan kesehatan serta mengukur dampaknya kuantitatif (Al-Tuwairqi, S.M,Al-Johani 2020).

Pada tahun 2004, Evan Gelista menyelidiki peran tekanan teman sebaya dalam konsumsi makan makanan cepat saji dan pengaruhnya terhadap berat badan individu di Amerika Serikat. Mereka menemukan bahwa mengurangi tekanan teman sebaya untuk makan makanan cepat saji mengurangi obesitas (Evangelista et al., 2004). Arena (2004) memperluas model yang sama ke seluruh populasi, tetapi tidak secara independen. Mereka perubahan kecepatan transfer karena tekanan sosial untuk mengkonsumsi BFS (*Best First Search*). parameter domain, mereka memperoleh kondisi yang cukup untuk memastikan keberadaannya solusi positif periodik. Dengan menggunakan simulasi numerik, mereka sampai pada suatu kesimpulan kampanye kesehatan preventif yang bertujuan untuk mencegah masyarakat meningkatkan konsumsinya makanan lebih efektif dibandingkan obat-obatan, namun kombinasi keduanya lebih efektif. Sebagian besar penelitian sebelumnya telah menyelidiki model obesitas secara numerik karena kompleksitasnya. Namun, analisis kualitatif model matematika memberikan hasil yang lebih umum dan mungkin pemahaman yang lebih baik tentang parameter penting yang memainkan peran penting dalam dinamika model((Al-Tuwairqi & Matbouli, 2021)). Model ini diatur oleh sistem persamaan diferensial biasa nonlinier. Pendekatan kualitatif digunakan untuk memperbarui sistem. Simulasi numerik diilustrasikan selanjutnya mendukung hasil kualitatif (Valoka, 2017).

KAJIAN TEORI

1. PEMODELAN MATEMATIKA

a. Pengertian pemodelan

Pemodelan matematika adalah satu tekniknya menyajikan hal-hal yang tidak diperlukan. Peomodelan matematika adalah Teknik representasi sistematis menjadi model matematika yang kompleks/ artinya, model matemateika adalah model yang dibangun dari permasalahan dsn model nyata ia harus mampu menjelaskan situasi kompleks yang sedang dipertimbangkan.

b. Tujuan pemodelan

Menurut Widowati & Sutimin (2007) ada beberapa tujuan dari pemodelan matematika, meliputi:

a) Memperoleh pemahaman, berarti mengenali perilaku sasaran hubungan antar variabel internal masalah dipelajari
b) Berguna untuk memperkirakan atau meprediksi nilai suatu variabel siapa yang terlibat dalam permasalahan tersebut
c) Berguna untuk mengoptimalkan objek jenis yng berbeda, nilai yang berbeda masalah.

c. Tahapan-Tahapan Pemodelan Matematika

Adapun tahapan yang harus dilakukan dalam pembentukan sebuah model adalah sebagai berikut:

a. Menyatakan permasalahan yang terjadi di dunia nyata ke dalam bentuk matematika.
b. Membangun Asumsi-asumsi Model Matematika
c. Mengkontruksi Model Matematika
d. Menganalisis Model Matematika
e. Menginterprestasikan model
f. Validasi Model Matematika

2. BILANGAN REPRODUKSI DASAR

Berikut disajikan langkah-langkah untuk menentukan bilangan reproduksi dasar dengan mengkontrusi *the next generation matrix.*

a) Misalkan n adalah jumlah kelompok yang terinfeksi dalam populasi dan $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ Kemungkinan kondisi menular pada seseorang. Selanjutnya dilakukan linearisasi di sekitar titik kesetimbangan bebas noise dengan matriks Jacobian J. Diperoleh matriks Jacobian dibentuk oleh matriks transmisi F dan matriks transisi V, sedemikian rupa sehingga persamaan yang dirumuskan :

$$\hat{x} = \frac{dx}{dt} = (F - V)x \tag{1}$$

Dimana F adalah matriks sebaran infeksi baru pada populasi dan V adalah matriks transisi pergerakan individu antar kelompok (Chowell et al., 2016).

b) matriks generasi berikutnya diberikan oleh rumus

$$K = FV^{-1} \tag{2}$$

Jika banyaknya iterasi fundamental diperoleh dari nilai eigen matriks K terbesar.

3. PERSAMAAN DIFFERENSIAL

Didefinisikan $f(x)$ didefiniskan sebuah fungsi dari x pada suatu interval I[a, b] dimana$a \leq x \leq b$. Persamaan differential adalah persamaan yang memuat derivative dari $f(x)$ (Nuryadi, 2018).

a) Persamaan Differensial Biasa (PDB)
Persamaan Differensial Biasa (PDB) adalah persamaan memuat ketika jika hanya ada satu peubah bebas (Nuryadi, 2018).

Bentuk persamaan differensial biasa yaitu:

$$\frac{dy}{dt} = f(x, y) \qquad (3)$$

Dimana penyelesaian dari PD tersebut merupakan suatu fungsi eksplisit $y = f(x)$ ataupun eksplisit $f(x, y) = 0$.

4. SISTEM PERSAMAAN DIFFERENSIAL

Sistem persamaan diferensial linier dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{dx}{dt} = \dot{x} = Ax + b(t) \qquad (4)$$

Sistem persamaan diferensial nonlinier dinyatakan sebagai berikut:

$$\dot{x} = F(t, x) \qquad (5)$$

(Perko, 2001)

5. ANALISIS MODEL

1) Titik keseimbangan

Misalnya persamaan diferensial mempunyai bentuk sebagai berikut:

$$\frac{dx}{dy} = \dot{x} = f(x) \qquad (6)$$

Titik kesetimbangan adalah suatu larutan yang tetap konstan terhadap waktu telah berubah.

2) Stabilitas titik kesetimbangan

Perhatikan persamaan berikut:

$$x^* = \frac{dx}{dt} = f(x) \qquad (7)$$

Katakanlah x^* adalah titik kesetimbangan/ titik tetap dalam persamaan lalu melalui $f(x^*) = 0$. Stabilitas suatu titik tetap mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

a. Stabil jika memenuhi setiap $Re\ \lambda_i < 0$, untuk setiap i, terdapat $Re\ (\lambda_j) = 0$, untuk sembarang j, dan $Re\ (\lambda_{i)} < 0$, untuk setiap $i \neq j$.
b. Tidak stabil jika paling sedikit ada satu i sehingga $Re\ \lambda_i > 0$,

(Hale, 1991).

3) Nondimensionalisasi

Nondimensionalisasi adalah proses menghilangkan unit dari suatu model variabel skala ke bentuk tak berdimensi.

Contoh:

Perhatikan persamaan berikut :

$$m\frac{d^2x}{dt^2} + b\frac{dx}{dt} + kx = F_0 cos(\omega_0 t) \qquad (8)$$

pada persamaan di atas terdapat variabel x dan t yang akan diubah menjadi $\hat{x}$ dan $\hat{t}$.

Dengan menggunakan formal, misalkan bahwa $\hat{x} = \frac{x - x_r}{x_s}$, $\hat{t} = \frac{t - t_t}{t_s}$

Dimana x_r, t_t menunjukkan nilai referensi dan x_s, t_s merupakan faktor penskalaan. Asumsikan pada $0 = x_r = 0, t_r = 0$. Maka diperoleh

$$\hat{x} = \frac{x}{x_s} \Leftrightarrow x = x_s \hat{x}$$

$$\hat{t} = \frac{t}{t_s} \Leftrightarrow t = t_s \hat{t}$$

Sehingga itu, subtitusikan nilai $\hat{x}$ dan $\hat{t}$ yang diperoleh ke dalam persamaan sehingga persamaan menjadi :

$$\frac{d^2\hat{x}}{d\hat{t}^2} + \frac{d\hat{x}}{d\hat{t}} + \hat{x} = cos\beta\hat{t} \qquad (9)$$

4) Matriks Jacobian

Sistem persamaan differensial nonlinear

$$\dot{x} = f(t, x) \qquad (10)$$

Dimana $f(t, x)$ merupakan fungsi nonlinear pada $x_1, x_2, \dots, x_n$.

Dalam bentuk matriks ditulis sebagai:

$$J(f(x)) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1}(x) & \frac{\partial f_1}{\partial x_2}(x) & \cdots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n}(x) \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_1}(x) & \frac{\partial f_2}{\partial x_2}(x) & \cdots & \frac{\partial f_2}{\partial x_n}(x) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{\partial f_n}{\partial x_1}(x) & \frac{\partial f_n}{\partial x_2}(x) & \cdots & \frac{\partial f_n}{\partial x_n}(x) \end{bmatrix}$$

Untuk menentukan nilai eigen dari matriks Jacobi tersebut dapat dilakukan dengan menyelesaikan persamaan $\det(\lambda I - J) = 0$.

(Perko, 2001).

5) Nilai eigen dan vector eigen

Jika A adalah matriks $n \times n$, maka nilai eigen dari A jika dan hanya jika persamaan berikut berlaku:

$$\det(\lambda I - A) = 0 \qquad (11)$$

persamaan diatas disebut karakteristik A .

(Howard Anton, 2004).

6) Kriteria Routh-Hurwitz

Nilai eigen dapat diperoleh dengan menentukan akar-akarnya persamaan karakteristik $c(\gamma) - |\gamma I - A| = \gamma^n + c_1\gamma^{n-1} + .. + c_n$. Namun sulit untuk menentukan nilai eigen suatu persamaan. Diperlukan ada kriteria yang dapat digunakan untuk menemukan akrnya persamaan bernilai negatif atau akar persamaannya bernilai positif. Tanda negatif atau positif digunakan untuk menentukan stabilitas titik kesetimbangan. Analisis stabilitas kesetimbangan dapat dilakukan menggunakan kriteria Routh-Hurwitz untuk menentukan tanda sebagai alternatif bagian nyata dari nilai eigen matriks Jacobian. Persamaan karakteristik dari matriks $A_{n\times n}$, yang diberikan :

$$p(\lambda) = a_0\lambda^n + a_1\lambda^{n-1} + \cdots + a_{n-1}\lambda + a_n \quad (12)$$

Dengan $a_i \neq 0, i = 1,2, \dots, n$.

(Olsder & Woude , 2004)

METODE

penelitian ini merupakan penelitian dasar atau penelitian teoritis. Dalam metode penelitian inimetode deskriptif digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini. Metode deskriptif adalah metode penelitian dimana peneliti melakukan pencarian dengan menggunakan sumber penelitian analisis teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti. Dapun Langkah-langkah yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi masalah yang dihadapi ilmuwan ini
2. Lakukan penelusuran literatur untuk mencari informasi dan mencari jurnal, buku, atau pertanyaan lainnya artikel dan sumber lain yang berkaitan dengan makanan cepat saji dan obesitas menilai dampak tekanan teman sebaya
3. Membuat model matematika konsumsi *fast food* dan obesitas yang mempengaruhi efek tekanan teman sebaya
4. Menganalisis model matematika pengaruh *fast food* dan obesitas untuk mengevaluasi dampak tekanan teman sebaya
5. Menginterprestasikan hasil analisis model dinamis *fast food* dan obesitas menilai dampak tekanan teman sebaya
6. Menarik kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. MODEL MATEMATIKA MAKANAN CEPAT SAJI DAN OBESITAS UNTUK MENGEVALUASI EFEK TEKANAN TEMAN SEBAYA

Model dinamis makanan cepat saji dan obesitas untuk menilai dampak tekanan teman sebaya dalam hal ini dapat dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan yang diperoleh dalam rangkaian penelitian ini. Penelitian ini dibagi menjadi empat kategori yaitu orang yang mengonsumsi makanan cepat saji dengan berat badan normal, orang yang kelebihan berat bbadan yang memakan makan makanan cepat saji, orang gemuk yang makan makanan cepat saji, dan orang yang berhenti memakan makanann cepat saji. Variabel dan parameter yang digunakan dalam model matematika unsur hara *fast food* dan obesitas untuk menilai pengaruh tekanan teman sebaya yaitu:

Simbol	keterangan	satuan
N	individu dengan berat badan normal yang mengonsumsi makanan cepat saji	Orang
S	individu yang kelebihan berat badan yang mengonsumsi makanan cepat saji	Orang
O	individu gemuk yang mengonsumsi makanan cepat saji	Orang
Q	individu yang telah berhenti mengonsumsi makanan cepat saji	Orang
P	Jumlah populasi	Orang
μ	laju kelahiran atau kematian	Minggu
β	laju perubahan *N* ke *S* karena ajakan teman mengonsumsi makanan cepat saji	Minggu
α	laju perubahan *S* ke *O* karena ajakan teman untuk mengonsumsi makanan cepat saji	Minggu
ε_1	laju perubahan *S* ke *Q* karena ajakan teman untuk berhenti mengonsumsi makanan cepat saji	Minggu
ε_2	laju perubahan *O* ke *Q* karena ajakan teman untuk berhenti mengonsumsi makanan cepat saji	Minggu

Asumsi- asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut :

1) Populasi dalam model matematika adalah homogen, artinya tidak ada perbedan individu dalam satu kelas berat badan.

2) Konsumsi makanan cepat saji adalah faktor utama yang mempengaruhi berat badan, dan faktor lain seperti genetika tidak diperhitungkan.
3) Tingkat tekanan teman sebaya untuk mengonsumsi makanan cepat saji adalah konstan dan tidak berubah seiring waktu.
4) Tingkat keberhasilan dalam menghentikan konsumsi makanan cepat saji dan adalah konstan dan berubah seiring waktu.
5) Tingkat kematian, kelahiran, dan migrasi adalah konstan dan tidak berubah seiring waktu.
6) Model matematika hanya mempertimbangkan empat kelas berat badan yaitu normal, kelebihan berat badan, obesitas, dan orang yang berhenti mengonsumsi makanan cepat saji.
7) Model matematika hanya mempertimbangkan efek tekanan teman sebaya dari individu kelebihan berat badan dan obesitas pada konsumsi makanan cepat saji.

Berdasarkan asumsi diatas, maka bentuk model diatur oleh sistem persamaan diffrensial biasa adalah:

$$\frac{dN}{dt} = \mu P - \frac{\beta NS}{P} - \mu N$$

$$\frac{dS}{dt} = \frac{\beta NS}{P} - \frac{\alpha SO}{P} - \frac{\varepsilon_1 SQ}{P} - \mu S$$

$$\frac{dO}{dt} = \frac{\alpha SO}{P} - \frac{\varepsilon_2 OQ}{P} - \mu O \qquad (1)$$

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{\varepsilon_1 SQ}{P} + \frac{\varepsilon_2 OQ}{P} - \mu Q$$

Dengan melakukan penskalaan pada model, dengan mengubah skala sistem dengan subtitusi berikut : $n = \frac{N}{P}$, $s = \frac{S}{P}$, $o = \frac{O}{P}$, $q = \frac{Q}{P}$. maka kita dapatkan menjadi :

$$n' = \mu - \beta ns - \mu n$$

$$s' = \beta ns - \alpha so - \varepsilon_1 qs - \mu s$$

$$o' = \alpha so - \varepsilon_2 oq - \mu o \qquad (2)$$

$$q' = \varepsilon_1 sq + \varepsilon_2 oq - \mu q$$

Dengan ,$\Gamma = \{(n, s, o, q): n + s + o + q \leq 1, n > 0, s \geq 0, o \geq 0, q \geq 0\}$.

2. ANALISIS MODEL

A. Titik Ekuilibrium Model dan Bilangan Reproduksi Dasar Titik

Berdasarkan sistem (2) diperoleh lima titik tetap model yaitu :

i. $E_0 = (1,0,0,0)$

ii. $E_1 = \left(\frac{\mu}{\beta}, 1 - \frac{\mu}{\beta}, 0,0\right)$

iii. $E_2 = \left(\frac{\alpha}{\beta+\alpha}, \frac{\mu}{\alpha}, \frac{\beta}{\beta+\alpha} - \frac{\mu}{\alpha}, 0\right)$

iv. $E_3 = \left(\frac{\varepsilon_1}{\beta+\varepsilon_1}, \frac{\mu}{\varepsilon_1}, 0, \frac{\beta}{\beta+\varepsilon_1} - \frac{\mu}{\varepsilon_1}\right)$

v. $E_4 = \left(\frac{\mu}{\beta s+\mu}, \ \frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1} - \frac{\mu}{\beta}, \ \frac{\mu-\varepsilon_1 s}{\varepsilon_2}, \ \ \frac{\mu-\alpha s}{\varepsilon_2}\right)$

Mengikuti epidemiologis, peneliti memperoleh bilangan reproduksi dasar R_0 dari model dengan menggunakan titik kesetimbangan bebas dan menggunakan matriks generasi berikutnya. Dalam model R_0 mewakili jumlah kasus sekunder individu dengan berat badan normal yang mulai menambah berat badan karena mengonsumsi makanan cepat saji dibawah tekanan teman sebaya dari satu individu kelebihan berat badan yang sering makan makanan cepat saji. Kita mendefinisikan F dan V berikut :

$$F = \begin{bmatrix} \beta ns \\ \alpha so \end{bmatrix},$$

$$V = \begin{bmatrix} \alpha so + \varepsilon_1 qs + \mu s \\ \varepsilon_2 oq - \mu o \end{bmatrix}$$

Matriks Jacobian dari F dan V pada titik kesetimbangan $E_0 = (1,0,0,0)$ yaitu :

$$J(F(E_0)) = \begin{bmatrix} \beta & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix},$$

$$J(V(E_0)) = \begin{bmatrix} \mu & 0 \\ 0 & \mu \end{bmatrix}$$

Jadi, matriks generasi selanjutnya adalah :

$$= \begin{bmatrix} \frac{\beta}{\mu} & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Oleh karena itu, bilangan reproduksi dasar system adalah jari-jari spectral matriks

$$J\big(F(E_0)\big)J(V(E_0))^{-1} = \frac{\beta}{\mu}$$

B. Analisis Kestabilan Titik Ekuilibrium Model

Berdasarkan persamaan karakteristik yang diperoleh dari determinan matriks jacobiannya diperoleh kestabilan masing-masing titik ekuilibrium yaitu :

a) Kestabilan titik kesetimbangan bebas $E_0 = (1,0,0,0)$ adalah sebagai berikut:
Dengan mensubtitusikan titik $E_0 = (1,0,0,0)$ ke dalam matriks jacobian sehingga diperoleh

$$J(E_0) = \begin{bmatrix} -\mu & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \beta-\mu & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\mu & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\mu \end{bmatrix}$$

Sehingga diperoleh nilai eigen matriks jaobian yaitu : $\lambda_1 = -\mu, \lambda_2 = -\mu, \lambda_3 = -\mu,$ dan $\lambda_4 = \beta - \mu$. Jika $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = -\mu < 0, \lambda_4 = \beta - \mu < 0$ dan $R_{E_0} < 1$ maka titik equilibrium E_0 stabil asimtotik lokal. Jika $\beta = \mu$ dan $R_{E_0} = 1$ maka titik equilibrium lokal stabil. Jika $\beta - \mu > 0$ dan $R_{E_0} < 0 > 1$ maka E_0 tidak stabil.

b) Kestabilan titik kesetimbangan $E_1 = \left(\frac{\mu}{\beta}, 1 - \frac{\mu}{\beta}, 0{,}0\right)$

Dengan mensubtitusikan titik $E_1 = \left(\frac{\mu}{\beta}, 1 - \frac{\mu}{\beta}, 0{,}0\right)$ ke dalam matriks jacobian sehingga diperoleh

$$JE_1 = \begin{bmatrix} -\beta & -\mu & 0 & 0 \\ \beta-\mu & 0 & -\alpha + \frac{\alpha\mu}{\beta} & -\varepsilon_1 + \frac{\varepsilon_1\mu}{\beta} \\ 0 & 0 & -\alpha + \frac{\alpha\mu}{\beta} - \mu & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\varepsilon_1 + \frac{\varepsilon_1\mu}{\beta} - \mu \end{bmatrix}$$

Sehingga diperoleh nilai eigen matriks jacobian adalah $\lambda_1 = \alpha - \frac{\mu\alpha}{\beta} - \mu$, $\lambda_2 = \varepsilon_1 - \frac{\varepsilon_1\mu}{\beta} - \mu$ dan $\lambda_{3,4} = \lambda^2 + a_1\lambda + a_2 = 0$ dimana $a_1 = \beta$ dan $a_2 = \mu(\beta - \mu)$. Dimana $\lambda_1 = \alpha - \frac{\mu\alpha}{\beta} - \mu < 0, \lambda_2 = \varepsilon_1 - \frac{\varepsilon_1\mu}{\beta} - \mu < 0$. Sejak adanya kondisi kesetimbangan kelebihan berat badan R_{E1} adalah $R_{E1} > 1$, oleh Karena itu $\beta > \mu$, dengan demikian $a_1 > 0$ dan $a_2 > 0$ yang mengakibatkan $\lambda_{3,4}$ bernilai negatif. Dengan demikian kriteria Routh-Hurwitz titik equilibrium E_1 lokal stabil asimtotik ketika $R_{E_0} < 1$ dan $R_{E_1} < 1$. Jika $R_{E_0} = 1$ dan $R_{E_1} = 1$, maka $\lambda_1 = 0$ dan $\lambda_2 = 0$ maka titik equikibrium stabil. Jika $R_{E_0} > 1$ atau $R_{E_1} > 1$, dan $\lambda_1 > 0 \lambda_2 > 0$ maka titik equilibrium E_1tidak stabil.

Dengan cara yang sama kita dapat membuktikan kestabilan lokal dari E_2 dan E_3. Oleh karena itu, dapat dinyatakan dalam teorema berikut:

c) **Teorema kestabilan E_2** Titik kesetimbangan E_2 dari sistem (2) stabil asimtotik lokal jika $R_{E_0} < R_{E_1}$, stabil apabila $R_{E_0} = R_{E_2}$, dan tidak stabil apabila $R_{E_0} > R_{E_2}$.

d) **Teorema kestabilan E_3** Titik kesetimbangan E_3 sistem (2) stabil asimtotik lokal jika $R_{E_2} < R_{E_3}$, stabil lokal apabila $R_{E_2} = R_{E_3}$, dan tidak stabil apabila $R_{E_2} > R_{E_3}$.

e) Kestabilan titik kesetimbangan $E_4 = \left(\frac{\mu}{\beta s+\mu}, \frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1} - \frac{\mu}{\beta}, \frac{\mu-\varepsilon_1 s}{\varepsilon_2}, \frac{\mu-\alpha s}{\varepsilon_2}\right)$
Pada titik kesetimbangan E_4 untuk membuktikan stabilitas global positif titik kesetimbangan E_4 dari sistem (2) dengan cara melakukan pemisalan pada sistem (2). Oleh karena itu, titik kesetimbangan E_4 pada matriks jacobian diperoeh :

$$J(E_4) = \begin{bmatrix} -P_1 & -P_2 & 0 & 0 \\ P_3 & P_4 & -P_5 & -P_6 \\ 0 & P_7 & P_8 & -P_9 \\ 0 & P_{10} & P_{11} & P_{12} \end{bmatrix}$$

Dimana : $P_1 = -\beta\left(\frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1} - \frac{\mu}{\beta}\right) - \mu,$

$P_2 = \frac{\beta\mu}{\beta\left(\frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1}-\frac{\mu}{\beta}\right)+\mu}, P_3 = -\beta\left(\frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1} - \frac{\mu}{\beta}\right),$

$P_4 = \frac{\beta\mu}{\beta\left(\frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1}-\frac{\mu}{\beta}\right)+\mu} - \alpha\frac{\mu-\beta\left(\frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1}-\frac{\mu}{\beta}\right)}{\varepsilon_2}\varepsilon_1\frac{\mu-\beta\left(\frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1}-\frac{\mu}{\beta}\right)}{\varepsilon_2} - \mu,$

$P_5 = -\alpha\left(\frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1} - \frac{\mu}{\beta}\right)$, $P_6 = -\varepsilon_1\left(\frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1} - \frac{\mu}{\beta}\right), P_7 = \alpha\left(\frac{\mu-\varepsilon_1\left(\frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1}-\frac{\mu}{\beta}\right)}{\varepsilon_2}\right),$

$P_8 = \alpha\left(\frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1} - \frac{\mu}{\beta}\right) - \varepsilon_2\left(\frac{\mu-\beta\left(\frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1}-\frac{\mu}{\beta}\right)}{\varepsilon_2} - \mu\right), P_9 = -\varepsilon_1\left(\frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1} - \frac{\mu}{\beta}\right),$

$P_{10} = -\varepsilon_1\left(\frac{\mu-\beta\left(\frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1}-\frac{\mu}{\beta}\right)}{\varepsilon_2}\right),$

$P_{11} = -\varepsilon_2\left(\frac{\mu-\beta\left(\frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1}-\frac{\mu}{\beta}\right)}{\varepsilon_2}\right),$

$$P_{12} = \varepsilon_1 \left(\frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1} - \frac{\mu}{\beta}\right) + \varepsilon_2 \left(\frac{\mu-\varepsilon_1\left(\frac{\varepsilon_2}{\alpha+\varepsilon_2-\varepsilon_1}-\frac{\mu}{\beta}\right)}{\varepsilon_2}\right) - \mu$$

Jadi, Cari nilai eigen $Det\ (\lambda I - J(E_4)) = 0$

$$\left|\lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -P_1 & -P_2 & 0 & 0 \\ P_3 & P_4 & -P_5 & -P_6 \\ 0 & P_7 & P_8 & -P_9 \\ 0 & P_{10} & P_{11} & P_{12} \end{bmatrix}\right| = 0$$

$$\begin{vmatrix} \lambda + P_1 & P_2 & 0 & 0 \\ -P_3 & \lambda - P_4 & P_5 & P_6 \\ 0 & -P_7 & \lambda - P_8 & P_9 \\ 0 & -P_{10} & -P_{11} & \lambda - P_{12} \end{vmatrix} = 0$$

Jika titik $E_1 < 1$ maka titik equilibrium E_4 stabil asimtotik. Terjadi Ketika $0 < R_{E_2} < R_{E_3} < R_{E_1} < R_{E_0}$. Berdasarkan kriteria kestabilan routh-hurwitz titik E_4 akan stabil jika $a > 0, d > 0, b > 0, \frac{ac-b}{a} > 0$, $ac - b > 0$, dan $ac > b$.

3. SIMULASI

Pada bagian ini, dapat menyelesaikan model secara numerik dan simulasi ini dilakukan dengan menggunakan bantuan dari *software maple* dengan memberikan niai utuk masing-masing parameter.

1. Simulasi model matematika makanan cepat saji dan obesitas untuk mengevaluasi efek tekanan teman sebaya

Akan disimulasikan untuk keadaan orang berat badan normal yang mengkonsumsi makanan cepat saji, maka digunakan parameter dengan nilai berdasarkan tabel berikut:

Tabel 1. Nilai Parameter Untuk Model dinamika Makanan Cepat Saji dan Obesitas Untuk Mengevaluasi Efek Tekanan Teman Sebaya

Parameter	Nilai
μ	0.02
β	0.01
α	0.01
ε_1	0.01
ε_2	0.01

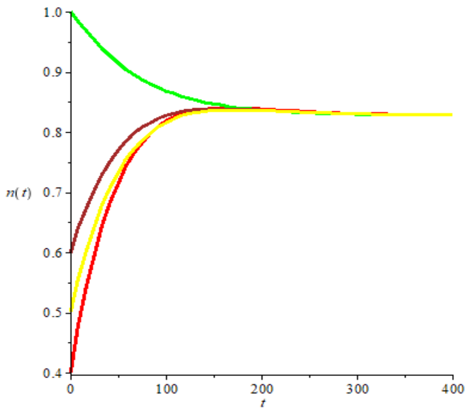
Dari nilai parameter pada tabel , dihitung nilai R_0 yang diperoleh sebesar

$$R_0 = 0.5000000000$$

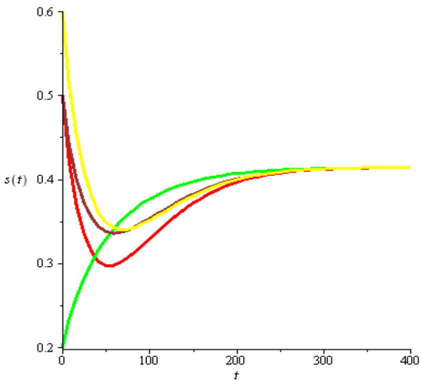
Diperoleh $R_0 < 1$, kemudian dihitung nilai titik kesetimbangan bebas $E_0 = (1,0,0,0)$. Selanjutnya akan digunakan empat nilai awal sebagai berikut :

$$n(0) = 0.4, s(0) = 0.5, o(0) = 0.6, q(0) = 0.5$$
$$n(0) = 1, s(0) = 0.2, o(0) = 0.6, q(0) = 0.2$$
$$n(0) = 0.6, s(0) = 0.5, o(0) = 0.6, q(0) = 0.3$$
$$n(0) = 0.5, s(0) = 0.6, o(0) = 0.5, q(0) = 0.4$$

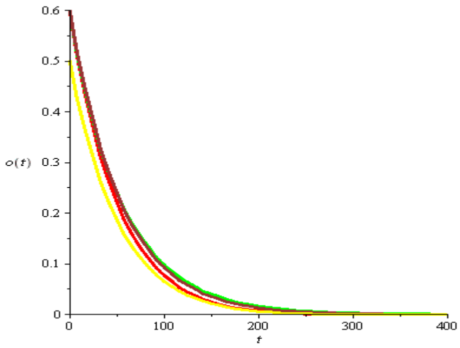
Sehingga diperoleh grafik dari kelompok terhadap waktu t sebagai berikut,



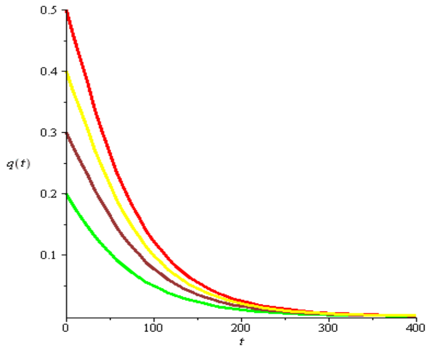
Grafik n(t)



Grafik s(t)



Grafik o(t)



Grafik q(t)

red line	**n(t)**
green line	**s(t)**
dark red line	**o(t)**
yellow line	**q(t)**

Gambar 3. Grafik dengan parameter pada tabel 4 dan dengan nilai awal n(0)=0.4, s(0)=0.5, o(0)=0.6, q(0)=0.5; n(0)=1, s(0)=0.2, o(0)=0.6, q(0)=0.2; n(0)=0.6, s(0=0.5, o(0)=0.6, q(0)=0.3; n(0)=0.5, s(0)=0.6, o(0)=0.5, q(0)=0.4

Ini menunjukkan bahwa titik E_0 stabil yang juga diperkuat oleh nilai $R_0 < 1$. Ini menunjukkan bahwa titik E_0 stabil yang juga diperkuat oleh nilai $R_0 < 1$. Simulasi grafik menunjukkan kurva solusi sistem mendekati titik E_0 dan stabil secara lokal asimtotik di sekittar E_0 untuk set parameter di atas. Secara khusus, kita melihat kompartemen kelebihan berat badan, obesitas, dan berhenti mengonsumsi makanan cepat saji menurun ke nilai nol, dan kompartemen. berat normal meningkat ke nilai 1, yang berarti bahwa semua individu dalam Masyarakat pada akhirnya mencapai berat badan normal dan menahan diri dari mengonsumsi makanan cepat saji.

2. Simulasi model matematika makanan cepat saji dan obesitas untuk mengevaluasi efek tekanan teman sebaya

Akan disimulasikan untuk keadaan kelebihan berat badan yang mengkonsumsi makanan cepat saji, maka digunakan parameter dengan nilai berdasarkan tabel berikut :

Tabel 2. Nilai Parameter E_1 Untuk Model Dinamika Makanan Cepat Saji dan Obesitas Untuk Mengevaluasi Efek Tekanan Teman Sebaya

Parameter	Nilai
μ	0.02
β	0.05
γ	0.01
ε_1	0.01
ε_2	0.01

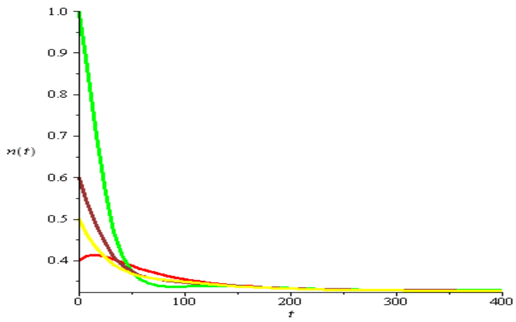
Dari nilai parameter pada tabel 2, dihitung nilai R_0 yang diperoleh sebesar

$$R_0 = 2.5000000000$$

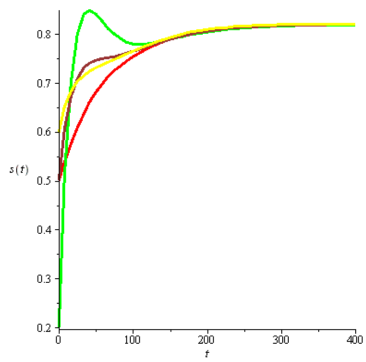
Diperoleh $R_0 > 1$, kemudian dihitung nilai titik kesetimbangan bebas $E_1 = \left(\frac{\mu}{\beta}, 1 - \frac{\mu}{\beta}, 0,0\right)$. Selanjutnya akan digunakan empat nilai awal sebagai berikut :

$$n(0) = 0.4, s(0) = 0.5, o(0) = 0.6, q(0) = 0.5$$
$$n(0) = 1, s(0) = 0.2, o(0) = 0.6, q(0) = 0.2$$
$$n(0) = 0.6, s(0) = 0.5, o(0) = 0.6, q(0) = 0.3$$
$$n(0) = 0.5, s(0) = 0.6, o(0) = 0.5, q(0) = 0.4$$

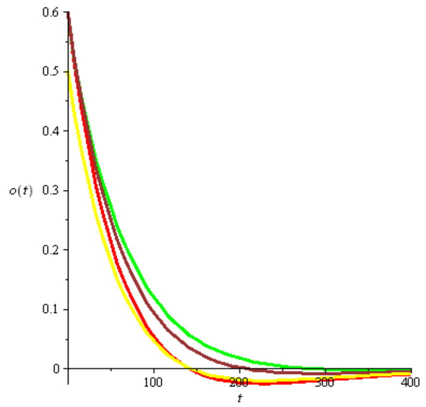
Sehingga diperoleh grafik dari kelompok terhadap waktu t sebagai berikut,



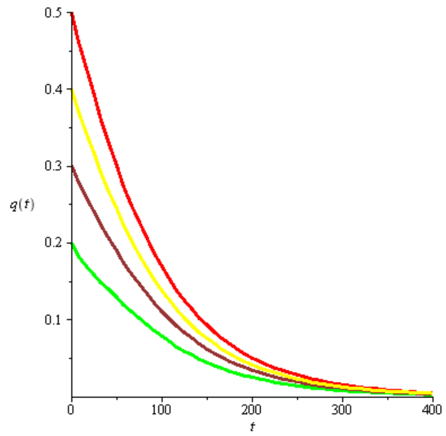
Grafik n(t)



Grafik s(t)



Grafik o(t)



Grafik q(t)

	n(t)
	s(t)
	o(t)
	q(0)

Gambar 4. Grafik dengan parameter pada tabel 5 dan dengan nilai awal n(0)=0.4, s(0)=0.5, o(0)=0.6, q(0)=0.5; n(0)=1, s(0)=0.2, o(0)=0.6, q(0)=0.2; n(0)=0.6, s(0=0.5, o(0)=0.6, q(0)=0.3; n(0)=0.5, s(0)=0.6, o(0)=0.5, q(0)=0.4

Ini menunjukkan bahwa titik E_1 memenuhi kestabilan saat $R_0 > 1$. Parameter memenuhi kondisi kualitatif kesetimbangan kelebihan berat badan: $R_0 > 1, R_1 < 1$, dan $R_2 < 1$. Simulasi numerik sesuai dengan hasil kualitatif karena semua kurva solusi system cenderung kelebihan beban kesetimbangan E_1.

PENUTUP

SIMPULAN

Model ini dibagi menjadi empat kategori: individu dengan berat badan normal, individu dengan berat badan berlebih tubuh pemakan makanan cepat saji, orang gemuk yang makan makanan cepat saji, dan orang-orang yang berhenti mengonsumsi makan makanan cepat saji. Berdasarkan analisis dari penelitian ini dilakukan dengan menggunakan model matematika makan makanan cepat saji dan obesitas untuk memperkirakan dampaknya tekanan teman sebaya dapat dilihat sebagai faktor yang mempengaruhi nilai R_0:

$$R_0 = \frac{\beta}{\mu}$$

Dapat simulasi terlihat bahwa titik kesetimbangan bebas (E_0) ada tanpa syarat dan stabil jika $R_0 < 1$. Namun, jika $R_0 > 1$ maka kesetimbangan kelebihan beban (E_1) ada tetapi secara lokal stabil jika $R_1 < 1$ dan $R_2 < 1$. Sedangkan jika $R_1 > 1$, maka terdapat orang setimbang berhenti mengonsumsi makanan cepat saji (E_2) ada dan stabil secara lokal jika $R_1 < R_3$. selain itu, jika $R_2 > 1$, maka terjadi kesetimbangan obesitas (E_3) ada dan stabil secara lokal jika $R_2 > R_3$. Oleh karena itu, pemodelan dan simulasi matematika dapat membantu memahami caranya tekanan teman sebaya dapat mempengaruhi kebiasaan makan dan resiko obesitas pada suatu populasi.

SARAN

Model dinamika pangan dijelaskan dalam pendekatan tesis ini makanan cepat saji dan obesitas untuk menilai efek tekanan teman sebaya. Di dalam penelitian ini membahas masalah obesitas dan penyakit kronis terkait makan makanan cepat saji seperti ini:

1. Meningkatkan kesadaran untuk menolak tekanan teman sebaya rekan-rekan yang mendorong konsumsi makanan cepat saji. Bisa dilakukan melalui kampanye pendidikan dan sosial mengenai dampak negatif dari konsumsi makanan cepat saji hingga kesehatan.
2. Meningkatkan akses dan ketersediaan pangan sehat dan bergizi, misalnya buah-buahan, sayuran dan protein.
3. Mendorong restoran cepat saji untuk menawarkan pilihan makanan sehat dan bergizi serta memberikan informasi gizi pada menunya.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Tuwairqi, S. M., & Matbouli, R. T. (2021). Modeling dynamics of fast food and obesity for evaluating the peer pressure effect and workout impact. *Advances in Difference Equations*, *2021*(1). https://doi.org/10.1186/s13662-021-03217-y

Bogl, L. H., Mehlig, K., Ahrens, W., Gwozdz, W., De Henauw, S., Molnár, D., Moreno, L., Pigeot, I., Russo, P., Solea, A., Veidebaum, T., Kaprio, J., Lissner, L., & Hebestreit, A. (2020). Like me, like you-relative importance of peers and siblings on children's fast food consumption and screen time but not sports club participation depends on ag age. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *17*(1), 1–11. https://doi.org/10.1186/s12966-020-00953-4

Brissette, C. (2018). *This is your body on fast food [Internet]*. 3 juli 2020: p.3 Availbale from; theoaklandpress.com.Al-Tuwairqi, S. M., & Matbouli, R. T. (2021). Modeling dynamics of fast food and obesity for evaluating the peer pressure effect and workout impact. *Advances in Difference Equations*, *2021*(1). https://doi.org/10.1186/s13662-021-03217-y

Chowell, G., Viboud, C., Simonsen, L., & Moghadas, S. M. (2016). Characterizing the reproduction number of epidemics with early subexponential growth dynamics. *Journal of the Royal Society Interface*, *13*(123). https://doi.org/10.1098/rsif.2016.0659

Depkes.(2006).*http://www.depkes.go.id/index.php?txtKeyword=status+gizi&act= search - by-map & pgnumber = 0 & charindex = &s trucid = 1280 & fullcontent = 1& C-ALL=1*,. 20 maret 2018.

Evangelista, A. M., Ortiz, A. R., Karen, R. R., & Urdapilleta, A. (2004). U . S . A . the Fast Food Nation : Obesity as an Epidemic. *Mathematical and Theoretical Biology Institute*, 1–32.

Fikawati. (2017). *Gizi Anak dan Remaja.* PT Rajafindo Persada.

Fortin, B. (2015). Efek Tekanan Teman Sebaya, Konsumsi Makanan Cepat Saji dan Kenaikan Berat Badan Remaja. *J. Kesehatan Ekon*.

Hamann, A. (2012). Aktuelles zur adipositastherapie. *Diabetologe*, *8*(5), 386–396. https://doi.org/10.1007/s11428-011-0857-y

Howard Anton, C. R. (2004). *Aljabar Linear Elementer*. Jakarta.

Irianto, Djoko Pekik. (2017). *Pedoman Gizi Lengkap Keluarga & Olahragawan.* Yogyakarta: CV Andi Offeset.

L.Perko. (2001). *Differential Equations and Dynamics System.* 3 th ed.New York: Springer.

Lisa, D. (2019). *Persamaan Differensial Elementer.* Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Matematika. Medan: 2019.

Martony O. (2018). Junk Food Makanan Favorit Dan Dampaknya Terhadap Tumbuh Kembang Anak Dan Reaja. *Poltekkes*, 1157-1164.

Nazir R, K. A.-k. (2020). Prevalence of Salt Rich fast food consumption : A focus on physical activity and incidence of hypertension among female students ofSaudiArabia.*JournalofBiologicalScience*.doi:https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020. 06.004

Ndii, Z. (2015). Mathematical modelling to investige a wolbachia intervention to reduce dengue transmission. *A Thesis submitted for the degree of Docto of Philosophy*.

Nuryadi. (2018). *Pengantar Persamaan Differrensial Elementer Dan Penerapannya, Yogyakarta.*

Olsder & Woude. (2004). *Mathematical System Theory.* Delt Uivercity of Technology, The Netherland: by VSSSD.

Perko. L. (2001). *Differential Equations and Dynamics System.* 3 th ed.New York: Springer.

Ramayulis. (2016). *Atasi Obesitas Pada Anak Dengan Diet Rest Ala Rita.* Jakarta.

Septiyani,R. (2011). Waspada Fast Food. *Karya Tulis Ilmiah* .

Steven & Lasker, et all. (2021). *Sistem Persamaan Diferensial* . Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta: 2021.
Syarif,D.R. (2003). Childhood Obesity. *Evaluation and Management*.
Valoka. (2017). *Dampak Negatif Makanan Cepat Saji Terhadap Kesehatan Tubuh Manusia Di Kota Bandung Melalui Still Life Photography*. Bandung: 2017.