

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Pustaka**

##### **1. Fraktur Stres**

###### **a. Definisi**

Cedera yang diakibatkan oleh penggunaan berulang dan berlebihan yang melebihi kemampuan tulang, dan merupakan satu tahap pada rangkaian cedera stres pada tulang (Patel, 2011).

###### **b. Patofisiologi**

Fraktur stres terbentuk sebagai hasil dari tekanan berulang yang melebihi kemampuan remodelling tulang yang terlibat. Beban berulang melebihi ambang batas mengganggu remodelling tulang normal dan aktivitas osteoblastik akan terlampaui oleh respon osteoklastik. Fraktur stres berbeda dari jenis fraktur lain karena dalam kebanyakan kasus tidak ada kejadian traumatis yang mendahului gejala (Solomon, 2010).

Pada saat terjadi tekanan atau beban pada tulang, maka akan terjadi kerusakan kecil pada tulang tersebut. Dengan berulangnya tekanan akan mengakibatkan resorpsi osteoklas melebihi formasi osteoblast. Pada respon fisiologis, apabila terdapat sedikit kerusakan pada tulang tersebut akan diperbaiki melalui proses remodelling. Fraktur stres berkembang saat kerusakan kecil tersebut meluas sebelum tulang dapat dipulihkan secara memadai (Martinez, 2012 & Solomon, 2010).

Terdapat 3 faktor yang dapat mempengaruhi individu terhadap perkembangan fraktur stres, yaitu kenaikan beban yang diterapkan, kenaikan jumlah aktivitas dan penurunan luas permukaan beban yang diterapkan (Atlanta, 2011).

c. Faktor Resiko

Fraktur stres merupakan ekspresi tulang dari penggunaan yang berlebihan. Banyak faktor yang telah disebutkan, paling umum adalah durasi, frekuensi atau intensitas aktivitas. Ada beberapa faktor resiko yang dapat meningkatkan angka kejadian fraktur stres, yaitu: (Atlanta, 2011)

1. Trias wanita (wanita dengan gangguan makan, amenore, dan osteoarthritis).
2. Peningkatan aktivitas yang cepat.
3. Kelainan faktor tulang.
4. Kelelahan otot.
5. Kepadatan tulang yang rendah.

d. Gejala Klinis

Riwayat aktivitas fisik yang dilakukan berulang atau sedang dalam program latihan fisik. Umumnya urutan dari keluhan yang biasa diajukan adalah nyeri setelah latihan, nyeri selama latihan, dan nyeri tanpa latihan (Martinez, 2012).

Keluhan khas dari fraktur stres adalah adanya nyeri pada saat beraktivitas atau nyeri pada ekstremitas yang terkena beban berulang. Riwayat trauma di daerah yang terkena biasanya jarang ditemukan. Rasa sakit dapat mereda pada saat istirahat, tetapi keluhan kembali muncul ketika pasien melakukan aktivitas (Solomon, 2010).

e. Penegakan Diagnosis

Penegakan diagnosis dapat dilakukan berdasarkan anamnesis dan pemeriksaan fisik kemudian dikonfirmasi dengan pemeriksaan radiologi. Setelah 3 minggu munculnya gejala, pada pemeriksaan radiologis biasanya tidak ditemukan adanya kelainan.

Pemeriksaan foto polos (X-Ray) biasa digunakan selain untuk mendiagnosis fraktur stres juga dapat membantu untuk menentukan kronisitas dari fraktur stres. Garis halus lusen akan tampak pada fraktur stres akut, sedangkan pada fraktur stres subakut atau kronik akan menunjukkan garis halus dengan densitas yang meningkat sejalan dengan sklerotik tulang yang mati (Martinez, 2012 & Sinha, P., 2012).

Selain foto polos, CT Scan terkadang dapat digunakan untuk mendiagnosis fraktur stres. Gangguan pada korteks tulang biasanya dapat ditunjukkan melalui CT scan dan gambaran periostitis juga dapat dideteksi. Sensitivitas CT scan lebih tinggi dibandingkan dengan radiografi film biasa. Namun alasan terpapar sinar radiasi menjadikan CT scan jarang dilakukan (Sinha, P., 2012).

Seorang ahli dari American College of Radiology mengatakan bahwa MRI dapat dipertimbangkan untuk pemeriksaan berikutnya ketika didapatkan hasil negative pada pemeriksaan foto polos. Hal tersebut dikarenakan pada MRI dapat melihat lebih detail daerah-daerah disekitarnya, sehingga MRI dapat digunakan untuk membedakan cedera ini dengan diferensial diagnosis lainnya. Fraktur stres biasanya muncul dalam bentuk sebagai garis halus dengan intensitas rendah yang

terlihat pada korteks tulan dan meluas tegak lurus terhadap permukaan tulang (Patel,2011).

## 2. Densitas Mineral Tulang (DMT)

### a. Definisi

Kepadatan Mineral Tulang (DMT) yaitu status kepadatan mineral tulang yang diukur dengan alat densiometri menggunakan metode ultrasound dengan cara mengukur tumit dalam waktu 1 menit, kemudian dikelompokkan berdasarkan kriteria WHO.

### b. Cara Pengukuran

Kuat atau lemahnya tulang (kepadatan tulang) dapat diukur untuk mengetahui apakah seseorang terkena osteoporosis atau osteopenia. Untuk menentukan densitas mineral tulang dapat dilakukan pengukuran menggunakan dua skor, yaitu skor T dan skor Z (Nafilah, N., 2014).

Skor T adalah nilai kepadatan tulang yang menunjukkan angka berapa SD diatas atau dibawah kepadatan tulang rata-rata kelompok umur dewasa muda (20-35 tahun). Umur tersebut digunakan sebagai referensi karena massa tulang mencapai puncaknya dan resiko menderita fraktur rendah. Skor T digunakan tanpa memperhatikan umur penderita yang diukur.

Pada skor Z menunjukkan angka berapa SD diatas atau dibawah kepadatan tulang rata-rata kelompok umur yang sesuai (umur, gender, ras). Sehingga umur penderita dan umur kelompok referensi harus sesuai.

Tabel 2.1 Kriteria Skor T Menurut WHO

Normal	Skor T > -1 SD dibawah rentang yang direkomendasikan untuk dewasa muda.
Osteopenia	Skor T -1 sampai -2.5 SD dibawah rentang yang direkomendasikan untuk dewasa muda.
Osteoporosis	Skor T < -2.5 SD dibawah rentang yang direkomendasikan untuk dewasa muda.

c. Faktor Resiko

Densitas mineral tulang dipengaruhi oleh dua kelompok faktor, yaitu faktor yang tidak dapat diubah dan faktor yang dapat diubah. Pada kelompok faktor yang tidak dapat diubah terdapat usia, jenis kelamin, genetik, ras dan status menopause. Sedangkan faktor resiko yang dapat diubah seperti gaya hidup.

Gaya hidup yang disebutkan contohnya seperti sedikit banyaknya asupan kalsium yang dimiliki, konsumsi makanan yang mengandung protein, dan kebiasaan minum-minuman yang mengandung kafein secara berlebihan mempunyai pengaruh terhadap densitas mineral tulang.

3. Protein

a. Fungsi Protein

Protein merupakan salah satu makronutrien yang dibutuhkan tubuh. Protein sendiri memiliki banyak manfaat, salah satunya yaitu sebagai pengatur. Beberapa protein membantu mengatur aktivitas seluler atau fisiologi. Terdapat sejumlah hormon, seperti insulin yang mengatur metabolisme glukosa. Hormon pertumbuhan dari pituitary dan hormone paratiroid yang mengatur transport kalsium dan fosfat. Selain itu, protein berfungsi sebagai penunjang mekanis. Kekuatan dan daya tahan robek kulit dan tulang disebabkan adanya kolagen. Pada

persendian terdapat elastin. Sedangkan pada kuku dan rambut terdapat keratin (Aditya, L., 2013).

b. Kebutuhan Protein

Tabel 2.2 Angka Kecukupan Gizi (AKG) Protein di Indonesia

<b>Kelompok Umur (tahun)</b>	<b>Protein (g)</b>
Laki-laki	
10 – 12	56
13 – 15	72
16 – 18	66
19 – 29	62
30 – 64	65
Perempuan	
10 – 12	60
13 – 15	69
16 – 18	59
19 – 29	56
30 – 64	57

c. Akibat Kekurangan Protein

Penurunan kepadatan tulang dapat disebabkan juga oleh protein. Kekurangan protein mengakibatkan tulang rapuh karena di dalam massa tulang terdapat protein yang khas disebut osteokalsin. Osteokalsin adalah protein kecil, *noncollagenous*, dan disekresi yang berhubungan dengan mineralisasi matriks tulang.

d. Hubungan Protein dengan DMT

Penelitian menyebutkan asupan protein baik hewani maupun nabati secara berlebih akan memicu respon keseimbangan asam-basa. Protein terdiri dari sejumlah asam amino. Asam amino tersebut mengandung sulfur yang bersifat

asam, selanjutnya kalsium dalam tulang akan dimobilisasi untuk menetralkan asam, sehingga *urinary calcium* akan meningkat ketika asupan protein meningkat. Peningkatan *urinary calcium* akibat respon dari peningkatan asupan protein tersebut dapat meningkatkan resiko terjadinya osteoporosis (Nieves, et al., 2010).

#### 4. Kalsium

##### a. Fungsi Kalsium

Kalsium merupakan zat gizi mikro yang dibutuhkan oleh tubuh dan mineral paling banyak terdapat dalam tubuh, yaitu 1,5 – 2 % dari berat badan orang dewasa. Kalsium di dalam tubuh sebanyak 99% terdapat di tulang, dan 1% lainnya terdapat di cairan tubuh seperti serum darah, di sel-sel tubuh, dalam cairan ekstraseluler dan intraseluler. Peran kalsium dalam tubuh diantaranya digunakan untuk pembentukan tulang dan gigi, dengan asupan kalsium yang baik tulang dan gigi akan menjadi kuat dan tumbuh normal. Selain itu kalsium dapat mencegah terjadinya osteoporosis yang merupakan faktor resiko terjadinya patah tulang (Rachmiaty, R., 2009).

##### b. Kebutuhan Kalsium

Pada usia 20-25 tahun kalsium mencapai masa puncak untuk membentuk kepadatan tulang. Setelah masa puncak tersebut terlewati, kalsium akan mengalami penurunan penyerapan. Apabila pada masa puncak konsumsi kalsium tidak mencukupi, maka seseorang memiliki resiko kepadatan tulang yang rendah (Nieves, et al., 2010).

Tabel 2.3 Angka Kecukupan Gizi (AKG) Kalsium di Indonesia

<b>Kelompok Umur (tahun)</b>	<b>Kalsium (mg)</b>
Laki-laki	
10 – 18	1200
19 – 29	1100
> 30	1000
Perempuan	
10 – 18	1200
19 – 29	1100
> 30	1000

c. Akibat Kekurangan Kalsium

Apabila kalsium dalam makanan tidak mencukupi, maka tubuh akan memenuhi kebutuhan dengan mengambil cadangan kalsium yang tersimpan pada persendian tangan, kaki dan tulang panjang lainnya. Kekurangan kalsium dalam waktu lama akan mengakibatkan tubuh mengambilnya langsung dari tulang-tulang padat. Hal ini mengakibatkan terjadinya osteoporosis, yaitu kondisi dimana tulang menjadi rapuh dan mudah terjadi fraktur atau patah tulang (Rachmiaty, R., 2009).

d. Hubungan Kalsium dengan DMT

Pada masa awal kehidupan, asupan kalsium yang cukup dapat mengoptimalkan puncak kepadatan tulang dan pada masa kehidupan selanjutnya dapat mencegah kehilangan kepadatan tulang. Rendahnya asupan kalsium berpengaruh pada kepadatan tulang sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan selanjutnya serta percepatan kehilangan tulang. Penelitian di Italia menyebutkan bahwa penurunan pertumbuhan terjadi ketika kepadatan tulang menurun hingga 30% (Sulistiyani, 2015).

## 5. Kafein

### a. Fungsi Kafein

Kafein merupakan senyawa kimia alkaloid metilxantine yang bersifat psikoaktif dan digunakan untuk stimulan sistem saraf pusat. Kafein memiliki kemampuan untuk kewaspadaan dan dapat menunda tidur (Wardana, DD., 2016).

### b. Kebutuhan Kafein

Individu memiliki sensitivitas yang berbeda dalam menerima senyawa kafein. Orang dengan sensitivitas yang tinggi pada asam lambung memiliki ambang batas minimum kafein yang berbeda dengan orang normal.

Berat badan memiliki pengaruh penerimaan tubuh terhadap kafein. Kafein memiliki sifat konsentrasi dalam plasma darah. Sehingga seseorang dengan tubuh langsing memiliki kepekaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan seseorang dengan tubuh gemuk.

Faktor usia juga memiliki peran penerimaan tubuh terhadap protein. Semakin bertambah usia, maka tubuh semakin toleran terhadap kafein. Pada orang dewasa, takaran konsumsi kafein terbagi menjadi dua. Tingkat normal apabila asupan kafein 200 mg perhari. Dan tinggi apabila asupan kafein lebih dari 300 mg perhari (Wardana, DD., 2016).

Tabel 2.4 Kadar Kafein dalam Bahan Makanan per 100 gr Bahan Makanan

<b>Bahan Makanan</b>	<b>Kafein (mg)</b>
Kopi Hitam	257
Kopi Campur	227
The	3280
<i>Cola</i>	13

c. Hubungan Kafein dengan DMT

Beberapa penelitian menunjukkan ada hubungan antara kopi yang merupakan sumber kafein dengan kepadatan tulang. Konsumsi kafein yang tinggi dapat menimbulkan tulang keropos sehingga menyebabkan resiko patah tulang. Hal tersebut dapat terjadi karena kalsium dapat keluar melalui urin (Wardana, DD., 2016).

6. *Food Frequency Questioner* (FFQ)

Metode frekuensi makanan adalah untuk memperoleh data tentang frekuensi konsumsi makanan dalam periode waktu tertentu seperti hari, minggu dan bulan. Metode ini dapat memberikan gambaran pola konsumsi bahan makanan secara kualitatif. Wardana (2016) menambahkan bahwa kuesioner frekuensi makanan memuat daftar bahan makanan dan frekuensi penggunaan makanan tersebut dalam periode waktu tertentu.

a. Langkah –langkah metode frekuensi makanan

Responden diminta untuk memberikan tanda pada daftar bahan makanan yang tersedia dalam kuesioner mengenai frekuensi penggunaannya dan ukuran rumah tangga yang diketahui. Jumlah dan jenis makanan yang dicantumkan dalam kuesioner bervariasi tergantung dari tujuan penelitian (Wardana, DD.,2016).

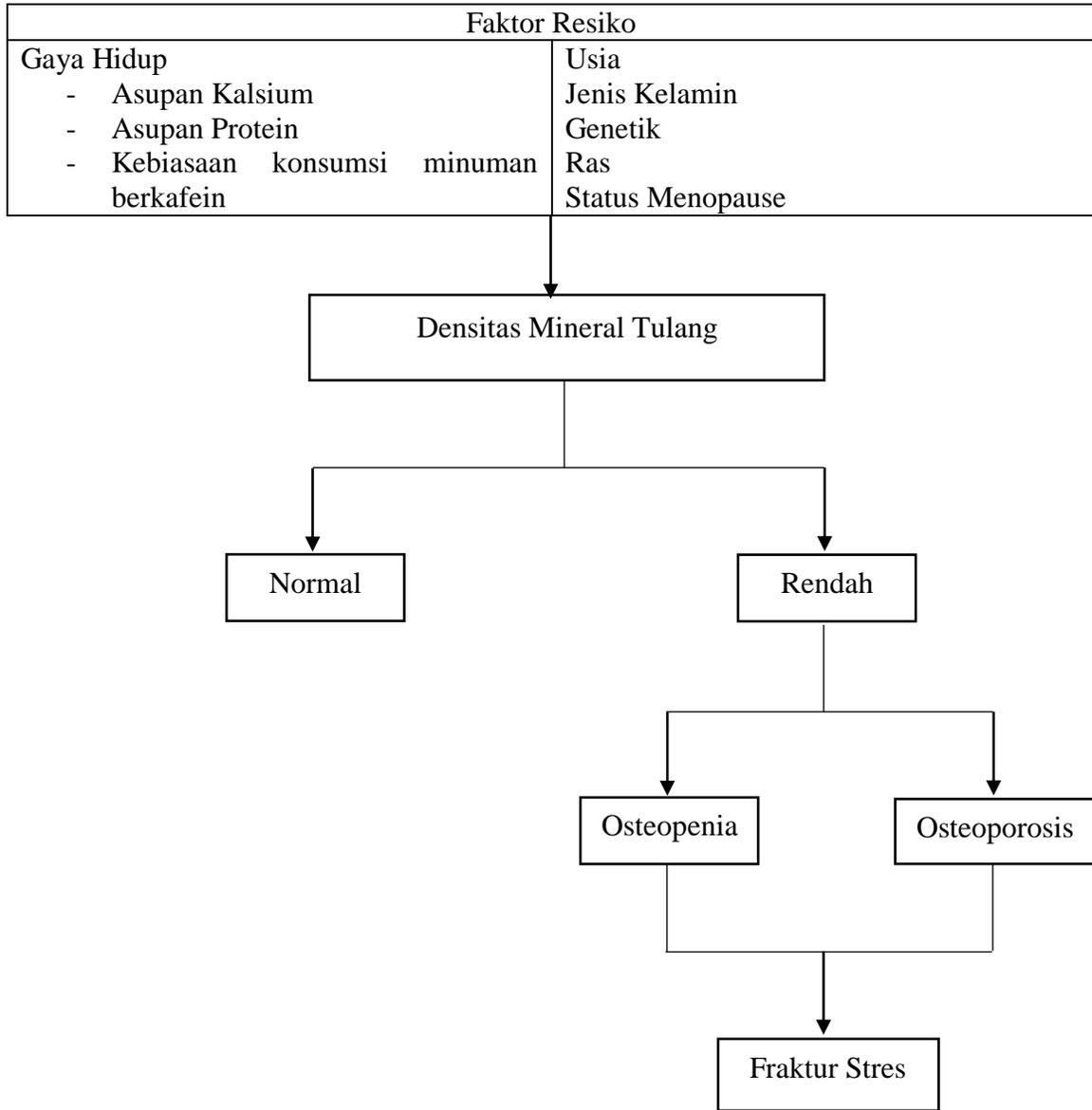
b. Kelebihan

Beberapa kelebihan yang didapatkan dalam metode ini adalah relatif murah dan sederhana, tidak perlu pelatihan khusus dan dapat dilakukan sendiri oleh responden (Wardana, DD., 2016).

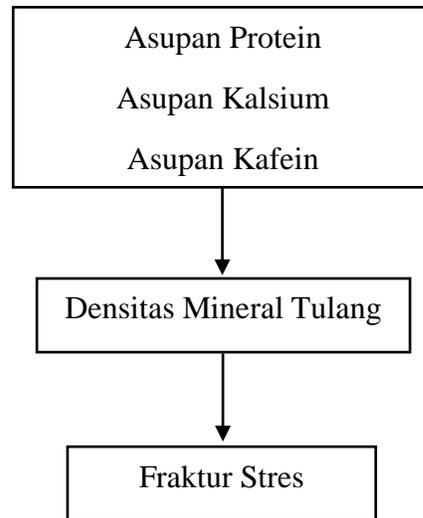
c. Kekurangan

Metode ini tergantung dari kejujuran responden dan tidak dapat digunakan untuk menghitung *intake* zat gizi dalam sehari. Oleh sebab itu, maka metode ini dimodifikasi menjadi *Semiquantitative Food Frequency Questioner*. Dengan modifikasi tersebut maka ditambahkan ukuran porsi dan jenis makanan agar mendapatkan gambaran zat gizi secara mutlak (Sirajuddin, dkk., 2018).

## B. Kerangka Teori



### C. Kerangka Konsep



#### **D. Hipotesis**

1. H0 : Tidak terdapat pengaruh antara asupan protein dengan kepadatan tulang pada angka kejadian fraktur stres.  
H1 : Terdapat pengaruh antara asupan protein dengan kepadatan tulang pada angka kejadian fraktur stres.
2. H0 : Tidak terdapat pengaruh antara asupan kalsium dengan kepadatan tulang pada angka kejadian fraktur stres.  
H1 : Terdapat pengaruh antara asupan kalsium dengan kepadatan tulang pada angka kejadian fraktur stres.
3. H0 : Tidak terdapat pengaruh antara asupan kafein dengan kepadatan tulang pada angka kejadian fraktur stres.  
H1 : Terdapat pengaruh antara asupan kafein dengan kepadatan tulang pada angka kejadian fraktur stres.