

## **WATER FOOTPRINT KONSUMSI TAHU DAN TEMPE DI KOTA BANDUNG**

### **WATER FOOTPRINT OF SOYBEAN CURD AND FERMENTED SOYBEAN CONSUMPTION IN CITY OF BANDUNG**

**Muhammad Haidir<sup>1</sup> dan Arief Sudrajat<sup>2</sup>**

Program Studi Magister Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesha 10 Bandung 40132

<sup>1</sup>m.haidir86@gmail.com dan <sup>2</sup>ariefs@tl.itb.ac.id

---

**Abstrak:** Air adalah kebutuhan hidup primer manusia. fungsinya sampai sekarang tidak dapat digantikan (Nobel, 2008). Selain digunakan secara langsung, air tawar digunakan manusia secara tidak langsung salah satunya adalah konsumsi pangan dalam hal ini konsumsi tahu dan tempe. Banyak air yang dibutuhkan selama rantai suplai sampai waktu konsumsi (Van Oel dan Hoekstra, 2011) sehingga konsumsi makanan masyarakat juga menghabiskan banyak air yang terkandung dalam tahu dan tempe tersebut (air maya). Oleh karena itu dibutuhkan konsep water footprint untuk menghitung penggunaan air secara tidak langsung dalam konsumsi tahu dan tempe masyarakat. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai water footprint konsumsi tahu dan tempe masyarakat Kota Bandung. Pengambilan data primer dengan survey kuisioner di Kecamatan Mandalajati, Kecamatan Coblong dan Kecamatan Sumur Bandung dengan jumlah sampel sebanyak 70. Data sekunder pada penelitian ini berdasarkan Hoekstra dan Mekonnen (2010), wawancara dan observasi langsung dengan pemilik industri tahu dan tempe yang berada di daerah Cibuntu, Kecamatan Babakan Ciparay, Kota Bandung serta data penunjang lainnya terkait penelitian. Metode perhitungan pada penelitian ini berdasarkan the water footprint assessment manual (Hoekstra et al., 2011). Pada penelitian ini nilai water footprint dari produk tahu sebesar 2154 liter/kg dan nilai water footprint produk tempe sebesar 2763 liter/kg. Untuk nilai water footprint konsumsi tahu dan tempe Kota Bandung secara keseluruhan mencapai 93 m<sup>3</sup>/kapita/tahun atau mencapai 223 juta m<sup>3</sup>/tahun dan sebesar 13% dari nilai total water footprint konsumsi pangan. Sehingga penghematan air dalam rangka mengurangi nilai water footprint konsumsi tahu dan tempe dapat dilakukan pada tingkat konsumen dan tingkat produsen serta peran pemerintah.

**Kata kunci :** *konsumsi tahu dan tempe, water footprint produk, water footprint konsumsi.*

**Abstract:** Freshwater is the primary needs of human life. It functions until now irreplaceable (Nobel, 2008). Besides being used directly, freshwater used by humans indirectly for example food consumption in terms of soybean curd and fermented soybean consumption. A lot amount of water required through the supply chain until the moment of consumption (Van Oel and Hoekstra, 2011) so that the soybean curd and fermented soybean curd also requires a lot amount of freshwater indirectly that contained in soybean curd and fermented soybean (virtual water). Therefore the concept of water footprint needed to estimate the indirectly water use in soybean curd and fermented soybean consumption in Bandung. The purpose of this study is to estimate the water footprint of soybean curd and fermented soybean consumption. Primary collecting data by questionnaire survey in Mandalajati District Coblong District and Sumur Bandung District with the sample size of 70 Secondary data collecting obtained from Hoekstra and Mekonnen (2010), interview and observation with the owner of soybean curd and fermented soybean industry in Cibuntu area, Babakan Ciparay District, city of Bandung, and also the other data related to study. Calculation method Based on The Water Footprint Assessment Manual (Hoekstra et al., 2011). The water footprint of soybean curd product and fermented soybean product is 2154 liters/kg and 2763 liters/kg respectively. The water footprint of soybean curd and fermented in Bandung is 93 m<sup>3</sup>/capita/year or 223 million m<sup>3</sup>/year. Thus, the water saving effort can be applied at consumer level, product level and the role of the government.

**Keywords :** *soybean curd and fermented soybean consumption, water footprint product, water footprint consumption*

---

## PENDAHULUAN

Air adalah kebutuhan hidup primer manusia. fungsinya sampai sekarang tidak dapat digantikan (Nobelita, 2008). Air meliputi 70 % dari planet bumi, tapi air tawar yang terdapat di dunia hanya 2,5 % dari jumlah total air yang ada di dunia, dan 2/3 nya tersimpan di gletser beku atau tidak tersedia untuk kita gunakan (Ruini *et al.*, 2013). Air tawar adalah sumber daya yang langka, ketersediaan tahunan terbatas dan permintaan meningkat. Ada banyak tempat di dunia dimana terjadi penipisan air yang serius: sungai yang mengalir kering dan menurunkan tingkat air danau dan air tanah (Hoekstra, 2011).

Manusia harus mengelola sumber daya air tersebut agar keberlangsungan air dapat terus terjaga baik kualitas maupun kuantitas, Salah satunya dengan menghitung penggunaan air. Pendekatan untuk memperhitungkan penggunaan air yang dimulai dari proses produksi hingga barang jadi, khususnya menyangkut pemenuhan kebutuhan konsumsi air, baik secara langsung maupun tidak langsung, dikenal dengan konsep ‘tapak air’ atau *water footprint* yang diperkenalkan oleh Hoekstra (Pawitan, 2012) .

*Water footprint* dapat digunakan untuk menghitung kebutuhan manusia terhadap pemakaian sumber daya air per manusia tersebut baik penggunaan air secara langsung maupun secara tidak langsung, salah satunya adalah konsumsi makanan dalam hal ini tahu dan tempe. Tahu dan tempe merupakan bahan pangan yang sangat digemari oleh masyarakat Indonesia, khususnya Kota Bandung. Tercatat pada tahun 2011 rata-rata konsumsi tahu masyarakat Jawa Barat perkotaan mencapai 8,5 Kg/kapita/tahun dan rata-rata konsumsi tempe mencapai 7,6 Kg/kapita/tahun (BPS, 2011). Dalam memproduksi tahu dan tempe dibutuhkan banyak air dari awal proses penanaman kedelai hingga menjadi produk akhir tahu dan tempe, seperti yang dikatakan oleh Van Oel dan Hoekstra (2011) bahwa banyak air yang dibutuhkan selama rantai suplai sampai waktu konsumsi. Sehingga konsumsi makanan masyarakat juga menghabiskan banyak air yang terkandung dalam tahu dan tempe tersebut (air maya). Oleh karena itu dibutuhkan konsep *Water footprint* untuk menghitung penggunaan air secara tidak langsung dalam konsumsi makanan masyarakat.

*Water footprint* adalah sebuah konsep indikator dari penggunaan air dari sudut pandang penggunaan langsung dan tidak langsung oleh produsen dan konsumen (Aldaya dan Hoekstra, 2010). *Water footprint* terbagi menjadi tiga komponen, yaitu *water footprint* biru, *water footprint* hijau dan *water footprint* abu-abu. *Water footprint* biru mengacu pada konsumsi sumber daya air permukaan dan air tanah dalam memproduksi barang dan jasa, *Water footprint* hijau mengacu pada konsumsi sumber daya air hijau (air hujan). *Water footprint* abu-abu mengacu pada pencemaran dan didefinisikan sebagai volume air tawar yang dibutuhkan untuk mengasimilasi beban pencemaran berdasarkan standar kualitas air ambien (Ercin *et al.*, 2012)

*Water footprint* produk didefinisikan sebagai total air tawar yang digunakan langsung atau tidak langsung untuk memproduksi sebuah produk. Diestimasi dengan mempertimbangkan konsumsi air dan pencemaran dalam setiap rantai produksi (Ercin *et al.*, 2012)

*Water footprint* konsumen/individu dinyatakan sebagai jumlah total volume air tawar yang dikonsumsi dan air yang tercemar untuk memproduksi barang atau jasa yang digunakan oleh konsumen. *Water footprint* dari grup konsumen setara dengan jumlah dari *water footprint* individu konsumen (Hoekstra 2011).

Maksud dari makalah ini adalah untuk mengetahui *Water footprint* konsumsi tahu dan tempe masyarakat Kota Bandung dalam penggunaan air secara tidak langsung. Adapun tujuan dari makalah ini adalah: (1) Menghitung *water footprint* produk pangan tahu dan tempe; (2) Menghitung *water footprint* konsumsi tahu dan tempe masyarakat Kota Bandung; (3) Membandingkan *water footprint* konsumsi tahu dan tempe dengan kelompok pangan lainnya

## METODOLOGI

Berdasarkan tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui *Water footprint* konsumsi tahu dan tempe masyarakat Kota Bandung, pendekatan ini dilakukan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif dan didukung dengan data primer dan data sekunder.

## Data Primer

Pengambilan data primer adalah dengan survey kuisisioner dengan teknik sampling probability sampling, yaitu Cluster sampling. Teknik ini digunakan untuk menentukan jumlah sampel jika sumber data sangat luas. Wilayah yang ditetapkan sebagai wilayah sampling yaitu Kecamatan Mandalajati, Kecamatan Cobleng dan Kecamatan Sumur Bandung. Pemilihan lokasi sampling ini didasarkan atas tingkat pendapatan per kapita masyarakat yang mewakili daerah dengan tingkat pendapatan rendah, menengah dan tinggi.

Survei kuisisioner untuk mengetahui jumlah konsumsi pangan masyarakat Kota Bandung, Terdiri dari lima kelompok pangan, yaitu : Karbohidrat, Produk hewan, Sayur dan Buah, tahu dan tempe, kopi, teh dan gula. Pertanyaan kuisisioner ini berdasarkan *water footprint calculator method* (Hoekstra *et al.*, 2005) yang disesuaikan dengan pola konsumsi pangan Jawa Barat (BPS, 2011). Namun pada makalah ini hanya dibahas lebih lanjut mengenai water footprint konsumsi tahu dan tempe.

## Menentukan Ukuran Sampel

Untuk menentukan jumlah sampel yang representatif digunakan metode Yamane (Israel, 1992). Rumus Yamane ditunjukkan **Persamaan 1**.

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2} \quad (1)$$

Dimana:

n = Jumlah sampel

N = Jumlah populasi

e = Tingkat kesalahan pengambilan sampel yang dikehendaki (asumsi)

Jumlah penduduk Bandung pada tahun 2011 : 2.394.873 jiwa (Badan Pusat Statistik, 2011)

Tingkat kesalahan pengambilan sampel (e) diasumsikan sebesar 12.5 %, sehingga:

$$n = \frac{2.394.873}{(2.394.973 \times (0,125)^2) + 1}$$
$$n = 64$$

Dari jumlah sampel tersebut, ditambahkan 10% untuk menghindari kekurangan pengambilan sampel sehingga jumlah sampel menjadi 70. Kemudian jumlah sampel n dibagi ke 3 kecamatan yang telah dipilih sebagai lokasi sampling secara proporsional.

## Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian ini adalah nilai air maya bahan baku kedelai yang diambil dari Hoekstra dan Mekonnen (2010). Kedelai yang diproduksi di Indonesia memiliki nilai air maya sebesar 3858 liter/kg dalam kurun waktu 1996-2005. Angka ini berbeda dengan yang dikatakan oleh Bulsink *et al* (2009) dimana untuk *water footprint* produksi kedelai di Indonesia sebesar 1958 liter/kg dalam kurun waktu 2000-2004. Namun dalam penelitian ini, semua data sekunder yang berkaitan dengan nilai *water footprint* produk bahan pangan berasal dari Mekonnen dan Hoekstra (2010). Selain itu terdapat data sekunder lainnya seperti jumlah populasi Kota Bandung yang didapat dari Badan Pusat Statistik dan data-data penunjang lain yang terkait penelitian.

Selain itu dilakukan wawancara dan observasi langsung dengan pemilik industri tahu dan tempe yang berada di daerah Cibuntu, Kecamatan Babakan Ciparay, Kota Bandung. Wawancara dan observasi ini dilakukan untuk mengetahui sistem produksi tahu dan tempe, jumlah bahan baku, jumlah penggunaan air dan jumlah produksi. Untuk penggunaan air dalam industri tahu dan tempe, jumlah bahan baku dan jumlah

produksi per hari menggunakan asumsi dari pemilik industri. Sedangkan untuk sistem produksi digambarkan secara garis besar berdasarkan hal-hal yang sangat berhubungan dengan penggunaan air baik secara langsung maupun tidak langsung.

### Metode Perhitungan

Untuk mengestimasi nilai water footprint produk tahu dan tempe digunakan konsep water footprint bisnis yang diadaptasi dari Hoekstra (2011). Water footprint bisnis terdiri dari dua komponen utama yaitu water footprint operasional dan water footprint rantai suplai. Selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Menurut Ercin *et al* (2012) untuk mengestimasi nilai water footprint dari sebuah produk dengan konsep water footprint bisnis, hal yang pertama dilakukan adalah mengidentifikasi sistem produksi dari bisnis tersebut. Sistem produksi menunjukkan tahap proses utama selama proses produksi dan input untuk setiap tahap yang paling berhubungan dengan perhitungan *water footprint* produk.

**Tabel 1.** Komponen Water Footprint Bisnis (Hoekstra *et al*, 2011)

Water footprint operasional		Water footprint rantai suplai	
Water footprint yang secara langsung terkait dengan produksi produk bisnis	Overhead water footprint	Water footprint yang secara langsung terkait dengan produksi produk bisnis	Overhead water footprint
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Air yang masuk ke dalam produk</li> <li>• Air yang dikonsumsi atau tercemar selama proses pencucian</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsumsi air atau pencemaran terkait penggunaan air pada dapur, toilet, dan pembersihan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Water footprint dari bahan baku</li> <li>• Water footprint dari barang lain yang dibeli industry untuk memproses produk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Water footprint dari infrastruktur</li> <li>• Water footprint materi dan energy untuk penggunaan umum (material kantor, mobil dan truk, bensin, listrik dan lain-lain)</li> </ul>

Persamaan yang digunakan untuk mengestimasi nilai water footprint industri tahu dan tempe dapat dilihat pada **Persamaan 2** (Hoekstra, 2011)

$$WF_{\text{bisnis}} = WF_{\text{bisnis,operasional}} + WF_{\text{bisnis,rantai suplai}} [\text{volume/waktu}] \quad (2)$$

Dimana  $WF_{\text{bisnis, operasional}}$  adalah nilai water footprint pada tahap operasional dan  $WF_{\text{bisnis,rantaisuplai}}$  adalah nilai water footprint pada tahap rantai suplai

Untuk mengestimasi  $WF_{\text{bisnis,operasional}}$  dari industri tahu dan tempe digunakan **Persamaan 3** (Hoekstra, 2011).

$$WF_{\text{bisnis,operasional}} = WF_{\text{bis,oper,input}} + WF_{\text{bis,oper,overhead}} [\text{volume/waktu}] \quad (3)$$

Dimana  $WF_{\text{bis,oper,input}}$  adalah water footprint yang secara langsung terkait dengan produksi produk tahu dan tempe dan  $WF_{\text{bis,oper,overhead}}$  adalah nilai *overhead water footprint* pada tahap operasional.

Untuk mengestimasi  $WF_{\text{bisnis,rantaisuplai}}$  pada industri tahu dan tempe digunakan **Persamaan 4** (Hoekstra *et al*, 2011)

$$WF_{\text{bisnis,rantai suplai}} = WF_{\text{bis,sup,input}} + WF_{\text{bis,sup,overhead}} [\text{volume/waktu}] \quad (4)$$

Dimana  $WF_{\text{bis,oper,input}}$  adalah Water footprint yang secara langsung terkait dengan produksi produk tahu dan tempe dan  $WF_{\text{bis,sup,overhead}}$  adalah nilai *overhead water footprint* pada tahap rantai suplai.

Untuk mengestimasi  $WF_{\text{bis,sup,input}}$  digunakan **Persamaan 5** (Hoekstra *et al*, 2011).

$$WF_{bis,supinput} = \sum_x \left( \sum_i WF_{prod}[x,i] \times I[x,i] \right) [\text{volume/waktu}] \quad (5)$$

Dimana  $WF_{prod}[x,i]$  adalah nilai water footprint bahan baku/komponen tambahan  $i$  dari sumber  $x$  (volume/unit produk) dan  $I[x,i]$  adalah jumlah bahan baku/komponen tambahan  $i$  dari sumber  $x$  yang masuk dalam unit bisnis (unit produk/waktu).

Sedangkan untuk mengestimasi nilai water footprint dari sebuah produk tahu dan tempe digunakan **Persamaan 6** (Hoekstra *et al.*, 2011).

$$WF_{prod}[P] = \frac{WF_{bisnis}}{P[p]} [\text{volume/unit produk}] \quad (6)$$

Dimana  $WF_{prod}[P]$  adalah nilai water footprint produk akhir dari sebuah bisnis (volume/unit produk),  $WF_{bisnis}$  adalah penjumlahan nilai water footprint operasional dengan nilai water footprint [volume/waktu] dan  $P[p]$  adalah jumlah produksi produk akhir (unit produk/waktu).

Untuk mengestimasi nilai water footprint konsumsi pangan tahu dan tempe digunakan **Persamaan 7** (Hoekstra, 2011).

$$WF_{konsumsi} = C[p] \times WF_{produk}[p] [\text{volume/waktu}] \quad (7)$$

Dimana  $C[p]$  adalah jumlah konsumsi konsumen (unit produk/waktu).

### Batasan

Pada penelitian ini diasumsikan tidak ada tahap *life cycle* dari produk seperti transportasi, distribusi, penggunaan akhir dan pembuangan serta tidak ada *overhead water footprint* karena tidak berpengaruh banyak pada total *water footprint* produk untuk produk berbasis pangan (Ercin *et al.*, 2012). Bahan baku yang digunakan dalam perhitungan hanya kedelai, yang diproduksi di Indonesia. Nilai water footprint produk bahan baku kedelai diambil dari Mekonnen dan Hoekstra (2010) yaitu sebesar 3858 liter/kg. Sehingga perhitungan water footprint operasional hanya dari penggunaan air secara langsung selama proses produksi dan perhitungan water footprint rantai suplai hanya dari bahan baku yaitu kedelai.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengestimasi nilai *water footprint* produk tahu dan tempe diidentifikasi terlebih dahulu sistem produksi. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara sistem produksi tahu dan tempe dapat dilihat pada **Gambar 1**.

#### Water footprint Produk Tahu

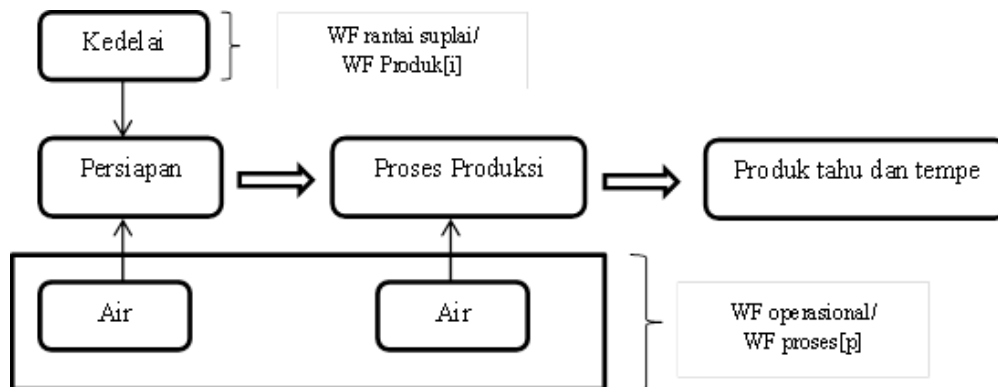
Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, industri tahu menggunakan air sekitar 10 m<sup>3</sup>/hari dalam persiapan dan proses produksi yang berasal dari air tanah. Industri tahu tersebut menggunakan bahan baku kedelai sebanyak 500 kg/hari yang dapat menghasilkan produk tahu sebanyak 900 kg/hari.

Untuk mendapatkan nilai water footprint bisnis tahap operasional menggunakan **Persamaan 3**. Karena diasumsikan tidak ada *overhead water footprint* maka nilai water footprint bisnis operasional berasal dari  $WF_{bis,oper,input}$  sebesar 10 m<sup>3</sup>/hari atau 10.000 liter/hari. Angka ini diasumsikan sudah termasuk dalam air yang masuk ke dalam produk tahu, air yang menguap selama proses produksi dan air yang tercemar karena proses produksi.

Untuk mengestimasi nilai water footprint bisnis tahap rantai suplai menggunakan **Persamaan 4**. Namun karena diasumsikan tidak ada *overhead water footprint*, maka untuk mengestimasi nilai water

footprint bisnis rantai suplai berasal dari  $WF_{bis,sup,input}$  mengikuti **Persamaan 5** dimana bahan baku hanya kedelai saja, sehingga didapat nilai water footprint tahap rantai suplai sebesar 1,929 juta liter/hari.

Untuk mengestimasi nilai water footprint bisnis dari industri tahu menggunakan **Persamaan 2**, sehingga nilai water footprint bisnis industri tahu sebesar 1,939 juta liter/hari. Sedangkan untuk mengestimasi nilai water footprint produk tahu menggunakan **Persamaan 6**, sehingga nilai water footprint produk tahu sebesar 2154 liter/kg.



**Gambar 1.** Diagram rantai produksi tahu dan tempe di Kota Bandung

### Water footprint Produk Tempe

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, industri tempe menggunakan air sekitar 4 m<sup>3</sup>/hari dalam persiapan dan proses produksi yang berasal dari air tanah. Industri tempe tersebut menggunakan bahan baku kedelai sebanyak 400 kg/hari yang dapat menghasilkan produk tempe sebanyak 560 kg/hari.

Untuk mendapatkan nilai water footprint bisnis tahap operasional menggunakan **Persamaan 3**. Karena diasumsikan tidak ada *overhead water footprint* maka nilai water footprint bisnis operasional hanya berasal dari  $WF_{bis,oper,input}$  sebesar 4 m<sup>3</sup>/hari atau 10.000 liter/hari. Angka ini diasumsikan sudah termasuk dalam air yang masuk ke dalam produk tahu, air yang menguap selama proses produksi dan air yang tercemar karena proses produksi.

Untuk mengestimasi nilai water footprint bisnis tahap rantai suplai menggunakan **Persamaan 4**. Namun karena diasumsikan tidak ada *overhead water footprint*, maka untuk mengestimasi nilai water footprint bisnis rantai suplai hanya berasal dari  $WF_{bis,sup,input}$  mengikuti **Persamaan 5** dimana bahan baku hanya kedelai saja, sehingga didapat nilai water footprint tahap rantai suplai sebesar 1,543 juta liter/hari. Untuk mengestimasi nilai water footprint bisnis dari industri tempe menggunakan **Persamaan 2**, sehingga nilai water footprint bisnis industri tempe sebesar 1,547 juta liter/hari. Sedangkan untuk mengestimasi nilai *water footprint* produk tahu menggunakan **Persamaan 6**, sehingga nilai *water footprint* produk tempe sebesar 2763 liter/kg. Nilai water footprint produk tahu dan tempe selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Secara keseluruhan faktor utama yang mempengaruhi besarnya nilai *water footprint* produk berasal dari nilai *water footprint* rantai suplai, dalam penelitian ini *water footprint* rantai suplai hanya berasal dari kedelai. Menurut Ercin (2012) pada penelitiannya mengungkapkan bahwa 99% dari total *water footprint* produk berasal dari *water footprint* rantai suplai.

Dari dua nilai *water footprint* tersebut, nilai *water footprint* produk tempe lebih besar dibandingkan dengan nilai *water footprint* produk tahu walaupun nilai water footprint rantai suplai tahu lebih besar dibandingkan nilai water footprint rantai suplai tempe. Hal ini dipengaruhi oleh produktivitas industri tahu yang lebih tinggi dibandingkan produktivitas industri tempe sehingga semakin tinggi produktivitas produk maka angka pembagi menjadi lebih besar (**Persamaan 6**).

**Tabel 2.** Nilai water footprint produk tahu dan tempe

Jenis	Bahan Baku (kg/hari)	Produksi (kg/hari)	WF operasional (liter/hari)	WF kedelai (liter/kg)	WF rantai suplai (juta liter/hari)	WF bisnis (juta liter/hari)	WF Produk (liter/kg)
Tahu	500	900	10.000	3858	1,929	1,939	2154
Tempe	400	560	4.000	3858	1,543	1,547	2763

### Water footprint Konsumsi Tahu dan Tempe

Untuk menghitung *water footprint* konsumsi tahu dan tempe, yaitu dengan mengalikan nilai *water footprint* produk tahu dan tempe dengan jumlah konsumsi masyarakat di Kota Bandung mengikuti **Persamaan 7**.

Berdasarkan perhitungan data primer, rata-rata konsumsi pangan tahu masyarakat Kota Bandung sebesar 21 kg/kapita/tahun. Oleh karena itu *water footprint* konsumsi pangan tahu mencapai 46 m<sup>3</sup>/kapita/tahun. Jika diasumsikan seluruh penduduk Kota Bandung memiliki pola konsumsi yang sama, dengan jumlah penduduk sebesar 2,4 juta jiwa maka nilai *water footprint* konsumsi pangan tahu Kota Bandung mencapai 111 juta m<sup>3</sup>/tahun. Sedangkan untuk pangan tempe mencapai 17 kg/kapita/tahun dimana *water footprint* konsumsi pangan tempe mencapai 47 m<sup>3</sup>/kapita/tahun atau sebesar 112 juta m<sup>3</sup>/tahun untuk seluruh masyarakat Kota Bandung dengan jumlah penduduk sekitar 2,4 juta jiwa. Sebagaimana terlihat pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** *Water footprint* konsumsi tahu dan tempe

Jenis Pangan	Rata-rata konsumsi (Kg/kapita/tahun)	WF produk (liter/kg)	WF konsumsi (m <sup>3</sup> /kapita/tahun)
Tahu	21	2514	46
Tempe	17	2763	47

Dari **Tabel 3** tersebut dapat dilihat bahwa nilai *water footprint* konsumsi pangan tempe lebih besar dibandingkan nilai *water footprint* konsumsi pangan tahu walaupun jumlah konsumsi tahu lebih besar dibandingkan jumlah konsumsi tempe. Hal ini dikarenakan nilai *water footprint* produk tempe lebih besar dibandingkan dengan nilai *water footprint* produk tahu. Sehingga faktor-faktor yang mempengaruhi nilai *water footprint* konsumsi tahu dan tempe adalah nilai *water footprint* produk dan jumlah konsumsi, sesuai dengan **Persamaan 7** (Hoekstra 2011).

Jika dijumlahkan maka *water footprint* konsumsi pangan tahu dan tempe di Kota Bandung mencapai 93 m<sup>3</sup>/kapita/tahun atau mencapai 223 juta m<sup>3</sup>/tahun untuk Kota Bandung. Dengan kata lain setiap tahunnya Kota Bandung memerlukan air sebanyak 223 juta m<sup>3</sup>/tahun untuk memproduksi tahu dan tempe untuk konsumsi masyarakat. Nilai tersebut melebihi debit tahunan Sungai Cikapundung yang merupakan salah satu sungai terbesar yang melalui Kota Bandung. Berdasarkan data dari Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (2014) debit tahunan Sungai Cikapundung sebesar 117 juta m<sup>3</sup>/tahun. Dengan kata lain untuk memproduksi tahu dan tempe dari awal penanaman kedelai hingga menjadi tahu dan tempe, Kota Bandung memerlukan air sebanyak 2 kali dari banyaknya air yang ada di Sungai Cikapundung setiap tahunnya.

### Perbandingan WF Konsumsi Tahu dan Tempe Dengan WF Konsumsi Produk Lainnya

Secara garis besar produk pangan pada penelitian ini dibagi dalam lima kategori, yaitu :

1. Karbohidrat
2. Produk hewan

3. Sayur dan buah
4. Tahu dan tempe
5. Kopi, teh dan gula

Untuk mendapatkan nilai water footprint konsumsi pangan menggunakan **Persamaan 7** (Hoekstra *et al.*, 2011) yaitu mengalikan jumlah konsumsi dengan nilai water footprint produk yang diambil dari Mekonnen dan Hoekstra (2010).

**Tabel 4** menunjukkan nilai *water footprint* dari setiap kelompok pangan per kapita/tahun. *Water footprint* konsumsi tahu dan tempe lebih besar dibandingkan kelompok sayur dan buah dan kelompok kopi, teh dan gula. Nilai *water footprint* konsumsi pangan tahu dan tempe sebesar 13% dari total nilai *water footprint* pangan masyarakat Kota Bandung.

**Tabel 4.** Nilai water footprint konsumsi per kelompok pangan

Jenis pangan	WF konsumsi (m <sup>3</sup> /kapita/tahun)
Karbohidrat	208
Produk hewan	286
Sayur dan Buah	62
Tahu dan tempe	93
Kopi, teh dan gula	65
<b>Total</b>	<b>715</b>

### Rekomendasi Penghematan Air

Penelitian ini menunjukkan seberapa besar air yang dibutuhkan oleh Kota Bandung dalam memenuhi kebutuhan konsumsi pangan tahu dan tempe yaitu sebesar 93m<sup>3</sup>/kapita/tahun atau sebesar 273 juta m<sup>3</sup>/tahun. Nilai *water footprint* konsumsi ini tentu saja berdampak pada ekonomi, sosial atau lingkungan seperti apa yang dikatakan oleh Hoekstra (2008). Dengan segala dampak tersebut, maka diperlukan upaya penghematan air dalam hal ini air yang dibutuhkan untuk memproduksi pangan yang dikonsumsi masyarakat. Namun dalam penelitian ini hanya akan membahas pengurangan nilai *water footprint* secara normatif.

### Pengurangan Nilai Water footprint Produk

Untuk pengurangan nilai *water footprint* produk tahu dan tempe digunakan konsep pengurangan nilai *water footprint* bisnis. Hoekstra (2008) menyebutkan sebuah bisnis dapat mengurangi nilai *water footprint* dalam setiap prosesnya. Misalnya menggunakan bahan baku yang nilai *water footprint*-nya lebih rendah, mengontrol pencemaran misalnya menggunakan wetland (Sonie dan Soewondo 2008), mengolah air yang telah digunakan agar dapat digunakan kembali dalam proses.

### Pengurangan Nilai Water footprint Konsumen

Faktor utama dalam pengurangan nilai *water footprint* konsumen ini adalah pola konsumsi masyarakat (Liu dan Savenije 2008). Masyarakat harus mempunyai kesadaran tentang apa yang mereka konsumsi, berapa jumlah air yang digunakan untuk memproduksi dan berapa air yang tercemar dalam produksi barang tersebut. Hal yang dapat dilakukan konsumen, seperti yang dikatakan Hoekstra (2008) adalah : (1) Pola konsumsi yang tidak berlebihan, dengan demikian konsumen dapat menekan nilai *water footprint* konsumsi. (2) Mengganti produk pangan yang memiliki nilai *water footprint* besar dengan jenis yang berbeda yang memiliki nilai *water footprint* yang lebih rendah. (3) Mengganti produk pangan yang memiliki nilai *water footprint* yang besar dengan produk yang sama yang berasal dari sumber lain dengan nilai *water footprint* yang lebih kecil.

Serta pemerintah dalam pengendalian sumber air seperti pengendalian sumber air berkelanjutan dengan cara langsung (insentif dan disinsentif) dan tidak langsung (UU & peraturan) seperti apa yang dikemukakan oleh Sabar (2009).



## KESIMPULAN

Dengan mengikuti persamaan yang diambil dari Hoekstra (2011) estimasi nilai water footprint produk tahu sebesar 2154 liter/kg dan *water footprint* tempe sebesar 2763 liter/kg. bagaimanapun angka tersebut merupakan estimasi kasar, perlu adanya kajian yang lebih rinci dalam penggunaan air pada sistem produksi tahu dan tempe baik pada *water footprint* rantai suplai maupun *water footprint* operasional.

Nilai *water footprint* konsumsi pangan tahu mencapai 46 m<sup>3</sup>/kapita/tahun. atau nilai *water footprint* konsumsi pangan tahu Kota Bandung mencapai 111 juta m<sup>3</sup>/tahun. Nilai *water footprint* konsumsi pangan tempe mencapai 47 m<sup>3</sup>/kapita/tahun atau sebesar 112 juta m<sup>3</sup>/tahun untuk seluruh masyarakat Kota Bandung dengan jumlah penduduk sekitar 2,4 juta jiwa.

*Water footprint* konsumsi tahu dan tempe lebih kecil dibandingkan dengan kelompok pangan lainnya kecuali untuk *water footprint* konsumsi sayur dan buah. Nilai *water footprint* konsumsi tahu dan tempe sebesar 13% dari total keseluruhan nilai *water footprint* konsumsi pangan masyarakat Kota Bandung. Penghematan air dalam rangka mengurangi nilai *water footprint* konsumsi pangan tahu dan tempe dapat dilakukan pada tingkat konsumen dan tingkat produsen serta peran pemerintah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldaya, M.M., Hoekstra A.Y. (2010): The water needed for Italians to eat pasta and pizza. *Agricultural Systems* 103 351-360, Netherlands.
- Bulsink, F., Hoekstra, A.Y., Booij, M.J. (2009): The Water footprint Of Indonesian Provinces Related to The Consumption of Crop Product. *Journal of Hydrology Earth System Science*, No.14, P: 119-128, Netherland
- Badan Pusat Statistik (2011): *Pola Konsumsi Pangan Jawa Barat 2011*.
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y. (2007) : *The Water footprint of Coffee and Tea Consumption in The Netherlands*. Departemen of Water Engineering and Management, University of Twente, Enchede, The Netherlands
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y. (2011): The *blue, green and grey* water footprint of rice from production and consumption perspective. *Journal of Ecological Economics*, No.70, P: 749-758, UK
- Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air. (2012): *Debit Tahunan DAS Citarum 2002-2012*.
- Ercin, A., Aldaya, M.M., Hoekstra, A.Y. (2012): The water footprint of soy milk and soy burger and equivalent animal product, *Ecological Indicators*, 18:392-402
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M., Mekonnen, M.M. (2011): *The Water footprint Assessment Manual*. London, United Kingdom
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M., Mekonnen, M.M. (2011): *The Water footprint Assessment Manual*. London, United Kingdom