

# Pengembangan Kedelai untuk Kemandirian Pangan, Energi, Industri, dan Ekonomi

## *Soybeans Development for Food Sovereignty, Industrial, and Economy*

Tajuddin Bantacut

Departemen Teknologi Industri Pertanian Institut Pertanian Bogor  
Kampus IPB Dramaga Bogor  
Email: bantacuttajuddin@gmail.com

Diterima : 2 Januari 2017

Revisi : 23 Maret 2017

Disetujui : 13 April 2017

### ABSTRAK

Kedelai adalah komoditas strategis yang permintaannya tinggi, produk hilirnya sangat beragam dan bernilai tinggi, meliputi pakan, pangan, energi dan bahan baku industri. Kenaikan konsumsi yang terus meningkat, namun belum dapat diimbangi oleh kenaikan produksi dalam negeri. Impor masih menjadi andalan sehingga seringkali terjadi gejolak harga dan pasokan akibat perubahan situasi ekonomi makro dan pasokan di pasar internasional. Berbagai upaya terus dilakukan untuk meningkatkan produksi dalam negeri, tetapi belum mampu meningkatkan pasokan yang berarti. Orientasi pembangunan yang dipatok pada swasembada menjadikan pengembangan kedelai tersandera oleh tujuan jangka pendek dan tidak bergerak menuju industri hilir yang kuat yang menguntungkan secara ekonomi. Produktivitas kedelai yang masih sangat rendah menjadi kendala peningkatan produksi karena keterbatasan bibit unggul, ketersediaan pupuk dan sarana produksi lainnya. Potensi lahan dan kesesuaian iklim untuk penanaman menjadi faktor penghambat perluasan dan peningkatan produksi. Ketergantungan masyarakat terhadap produk turunan kedelai, terutama tahu dan tempe, menjadikan kedelai sebagai bagian dari bahan pangan pokok. Oleh karena itu, orientasi pertambahan produksi kedelai seharusnya tidak dibatasi pada swasembada untuk memenuhi permintaan saat ini, terutama bahan baku tahu dan tempe, tetapi lebih dari itu untuk penguatan ekonomi, industri dan kemandirian pangan. Paper ini membahas berbagai permasalahan dan strategi pembangunan kedelai berbasis industri menuju kemandirian pangan dan ketahanan ekonomi.

kata kunci : biodiesel, industri kedelai, ketahanan ekonomi, kemandirian pangan, produksi kedelai.

### ABSTRACT

*Soybean is a strategic commodity with very high demand with huge variations and high value of processed products ranging from feed, food, energy, and industrial raw material. Domestic production does not balance the increasing consumption. Import is still the main source to meet the demand and caused price fluctuation and supply due to changing in the macroeconomic and international market situation. The government has implemented many efforts to improve domestic production with no significant increase in domestic supply. A self-sufficiency orientation makes soybean development trapped to short-term goals and do not move towards economically strong profitable downstream industry. Soybean productivity is still low constrained by production improvement factors such as limitations of seeds, availability of fertilizer and other production facilities. Potential land and climate suitability for planting are factors reinforcing the production expansion. High level of community dependence on its derivative products especially tempe and tofu is the trigger development of soybean as part of the staple foods. Therefore, the orientation of soybeans should not be limited to self-sufficiency to meet current demand mainly raw materials of tempe and tofu, but even more to strengthen economic, industrial and food sovereignty. This paper discusses various issues and soybean-based industrial development strategy towards food sovereignty and economic resilience.*

*keywords: biodiesel, soybeans industry, economic resilience, food sovereignty, soybean production*

## I. PENDAHULUAN

Tanaman kedelai adalah salah satu tanaman penting di seluruh dunia, yaitu menempati sekitar 6 persen dari lahan pertanian dunia.

Sejak tahun 1970, pertambahan luas tanamnya terbesar dibandingkan dengan komoditas utama lainnya (McFarlane dan O'Connor, 2014). Kedelai mempunyai nilai strategis dan penting dalam

---

ketahanan pangan, kesejahteraan masyarakat dan perekonomian Indonesia. Produk pangan berbahan baku kedelai yang paling banyak dikonsumsi di Indonesia adalah tempe (50 persen) dan tahu (40 persen) (PDSIP, 2013). Perkembangan sejarah panjang kedua bahan pangan ini telah menempatkannya sebagai sumber protein murah bagi masyarakat luas. Publikasi pertama tentang tempe diterbitkan tahun 1875 oleh peneliti dan ilmuwan Belanda yang menyatakan bahwa tempe adalah pangan terfermentasi dan pertama kali diproduksi di Jawa (Shurtleff dan Aoyagi, 2011). Tahu telah dikenal jauh lebih dahulu dibandingkan tempe. Publikasi pertama oleh T'ao Ku pada tahun 950 M dengan nama "*doufu*" yang diambil dari kata *Ch'ing I Lu* (*Sei roku* dalam bahasa Jepang) yang menyebutkan bahwa tahu dikembangkan oleh Liu An, Raja Huai-nan, yang hidup di bagian tenggara dari Cina Utara tahun 179–122 SM (Shurtleff dan Aoyagi, 2004). Artinya, tempe dan tahu sudah diproduksi dan dikonsumsi sejak lama sebagai lauk-pauk yang kemudian diketahui mengandung gizi yang baik (Murata, dkk., 1971; Utari, 2010). Oleh karena itu, kedua produk ini sudah tidak dapat dipisahkan dari menu masyarakat Indonesia khususnya dan Asia, bahkan dunia pada umumnya. Ini juga yang menyebabkan gejolak harga akan langsung berpengaruh kepada masyarakat luas, bahkan perekonomian secara umum.

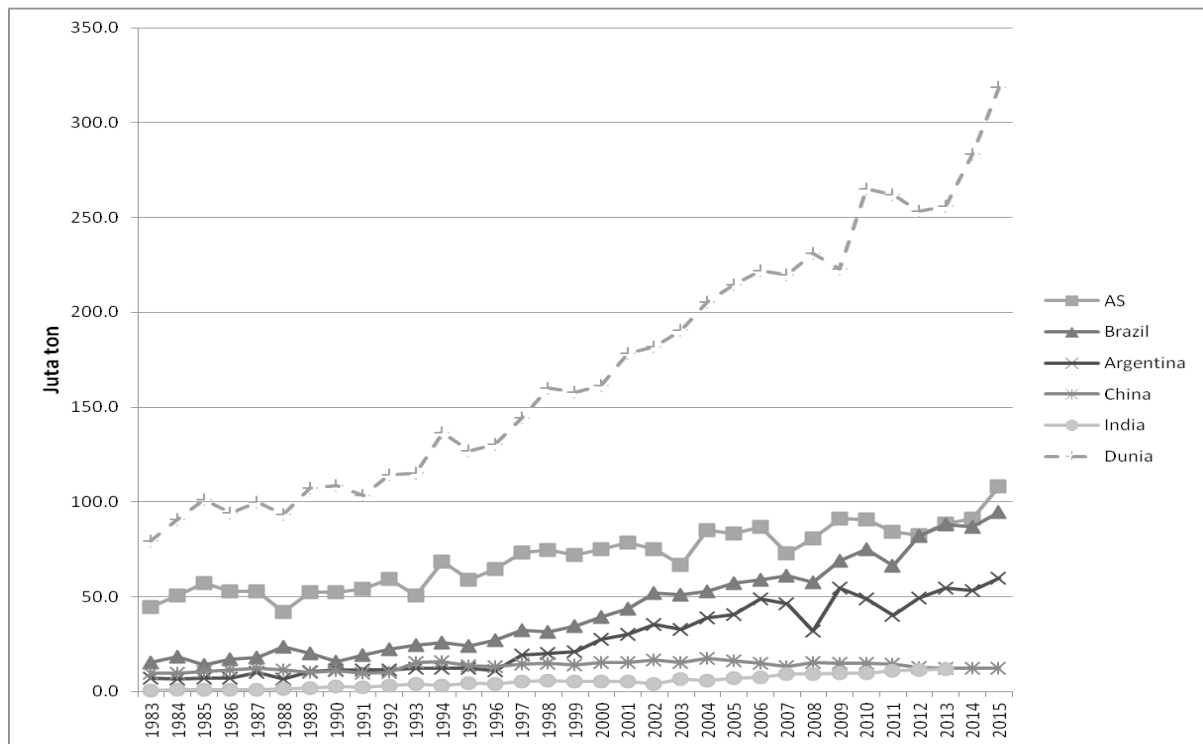
Pengolahan kedelai menjadi tempe dan tahu melibatkan banyak pengusaha kecil dan menengah (UKM) sehingga menjadi sumber penghidupan bagi banyak penduduk. Kuatnya permintaan tahu dan tempe dari semua lapisan masyarakat, dari bawah sampai atas, dari perdesaan hingga perkotaan, dan dari pasar tradisional sampai modern, menjadikan produk ini mempunyai nilai strategis dan berpengaruh kuat terhadap stabilitas ekonomi. Gangguan ketersediaan dan harga bahan baku, kenaikan biaya produksi dan gangguan pemasaran secara langsung berpengaruh terhadap kenyamanan konsumen serta pendapatan produsen dan pedagang. Oleh karena jumlahnya yang banyak, gangguan tersebut dapat menimbulkan keresahan sosial dan stabilitas ekonomi.

Kedelai layak mendapat predikat sebagai salah satu komoditas pangan yang penting

setelah beras, karena selain mempunyai potensi yang besar sebagai sumber utama protein bagi masyarakat dalam bentuk tahu dan tempe, kedelai juga telah lama dikenal dan dipakai sebagai bahan produksi kecap, tauco, dan susu. Ragam kegunaan yang luas untuk konsumsi langsung maupun sebagai bahan pakan ternak (unggas dan ikan) menambah nilai strategisnya. Dengan demikian, kebutuhan kedelai meningkat setiap tahunnya sejalan dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk, pendapatan per kapita, kesadaran masyarakat akan kecukupan gizi dan berkembangnya industri yang menggunakan kedelai sebagai bahan baku (Riana dan Hardiyanto, 2011).

Produksi rata-rata kedelai sebesar 1,1 juta ton per tahunnya dengan produksi terendah pada tahun 2007 sebesar 592.634 ton dan tertinggi pada tahun 1992 sebesar 1,9 juta ton. Produktivitas rata-rata dari tahun 1990 sampai 2013 adalah 1,25 ton/ha dan sangat fluktuatif menyebabkan upaya swasembada untuk memenuhi kebutuhan 2,1 juta ton per tahun dengan pertumbuhan rata-rata sebesar 5,13 persen belum dapat dicapai (Fitrianto, dkk., 2014). Laju pertumbuhan konsumsi yang meningkat tajam, tidak dapat diimbangi oleh tambahan produksi dalam negeri yang cenderung semakin melambat. Artinya, gejolak sosial dan ekonomi yang ditimbulkan oleh gangguan pasokan kedelai sangat mungkin akan terjadi lagi di masa yang akan datang, bahkan dengan frekuensi yang lebih sering.

Besarnya pengaruh kedelai terhadap ketahanan pangan (sebagai sumber protein yang sehat dan murah) serta pakan ternak, dapat difahami dari ketergantungan berbagai sub-sektor terhadap pasokan kedelai dalam berbagai bentuknya. Indonesia mengimpor bungkil kedelai mencapai 4,3 juta ton pada tahun 2014, naik 6,70 persen dibandingkan tahun sebelumnya. Dari tahun 1975 hingga saat ini, tren impor meningkat tajam dari 8.000 ton menjadi 4,3 juta ton. Demikian juga dengan impor minyak kedelai yang mencapai 25.000 ton pada tahun 2014 dan tidak berubah dari tahun 2012. Pada tahun 2013/2014 yang lalu, total impor biji kedelai diperkirakan mencapai 2,1 juta ton, 70 persen di antaranya dari Amerika Serikat. Fakta impor kedelai akan lebih besar jika produk



**Gambar 1.** Perkembangan Produksi Kedelai Dunia dan Negara Produsen Utama (Dikompilasi dari WADE 1983-2015 dan *U.S. Department of Agriculture, Production, Supply and Distribution, Electronic Database, at fas.usda.gov/psdonline, updated 10 December 2013*).

turunannya diperhitungkan dan dikonversi menjadi kedelai. Oleh karena itu, total kebutuhan kedelai setidaknya dapat mencapai 5 juta ton. Fakta inilah yang seharusnya menjadi sasaran produksi nasional sehingga Indonesia benar-benar swasembada kedelai yang tidak hanya menghemat devisa tetapi juga menggerakkan sektor terkait lainnya (peternakan, industri makanan, dan industri pengolahan lainnya).

Peran potensial kedelai semakin besar di masa mendatang akibat berkembangnya industri biodiesel. Banyak penelitian yang telah membuktikan bahwa minyak kedelai adalah bahan baku pembuatan biodiesel yang sangat baik (Serio, dkk., 2006). Penanaman dan produksi kedelai adalah kegiatan *earning energy* (memanen energi) yaitu total *input* dan *output* masing-masing adalah 18.026,50 MJ/ha and 71.228,86 MJ/ha (Ramedani, dkk., 2011). Dalam keseluruhan mata rantai energi, produksi biodiesel dari kedelai merupakan pengusahaan yang menguntungkan (*net energy production*). Bahkan nilai nisbah tersebut masih dapat diperbaiki dengan meningkatkan efisiensi

penggunaan energi pada produksi tingkat kebun (Mousavi-Avval, dkk., 2011; Ortega, dkk., 2005).

Indonesia yang beriklim tropis dan memiliki tanah yang subur menjadikannya sebagai negara agraris yang besar dengan potensi yang beragam (keragaman hayati tinggi). Kesesuaian iklim dan perkembangan sejarah menjelaskan bahwa salah satu komoditas yang seharusnya dapat menjadi andalan dalam bidang pangan, industri dan energi adalah kedelai. Luas lahan yang sesuai untuk kedelai mencapai 17,7 juta hektar, 4,4 juta hektar diantaranya adalah lahan sawah (BBPPSLP, 2008) yang jauh lebih besar dari luas panen saat ini sekitar 615.685 hektar (Tabel Dinamis BPS online). Artinya, potensi lahan untuk meningkatkan produksi kedelai masih tersedia meskipun sangat kompetitif.

Sebagai bahan pangan, kedelai telah dikonsumsi dan diproduksi hampir di seluruh wilayah Indonesia. Sebagai bahan baku industri, kedelai dapat diolah menjadi pakan ternak, minyak, bungkil, dan tepung kedelai. Perkembangan yang sangat pesat adalah kedelai digunakan sebagai bahan baku

produksi biodiesel. Semua potensi penggunaan ini meningkat dengan tajam sehingga akan menggandakan permintaan terhadap kedelai saat ini dan masa mendatang. Oleh karena itu, pilihan bijak bagi Indonesia adalah meningkatkan produksi nasional untuk memenuhi kebutuhan dan mengembangkan pengolahan menuju kemandirian pangan, pakan, energi dan produk industri lainnya.

## II. PRODUKSI DAN KONSUMSI KEDELAI DUNIA

Budidaya kedelai sangat terkonsentrasi secara geografis pada empat negara, yaitu Amerika Serikat (AS), Brazil, Argentina dan Cina dengan pangsa produksi hampir 90

persen dari output dunia. Asia (termasuk Cina dan Afrika) yang merupakan dua kawasan rawan pangan, hanya berkontribusi sekitar 5 persen dari produksi tersebut. Di antara negara-negara yang diklasifikasikan sebagai kurang gizi, hanya India dan Bolivia yang menjadi produsen signifikan kedelai (McFarlane dan O'Connor, 2014; Thoenes, 2007). Dengan demikian, dinamika penawaran kedelai dunia sangat ditentukan oleh negara-negara tersebut, terutama AS. Ketergantungan pasokan pada pasar internasional secara tidak langsung bergantung secara absolut pada produksi AS. Situasi seperti ini sangat rawan, karena pemasok yang terbatas melayani banyak permintaan, sehingga sewaktu-waktu dapat terjadi kompetisi pembelian yang berakhir pada

**Tabel 1.** Perkembangan pasokan kedelai Amerika Serikat dan Dunia

	2013/2014	2014/2015	2015/2016
<b>Amerika Serikat</b>			
<b>Kedelai</b>			
Produksi (ton)	91.389.649	108.018.320	104.779.675
Impor (ton)	1.959.516	816.465	816.465
Penggilingan (ton)	47.191.677	49.123.978	49.668.288
Ekspor (ton)	44.823.929	48.987.900	48.307.513
Harga kebun (\$/ton)	477,67	369,27	303,14–358,25
<b>Minyak Kedelai</b>			
Produksi (ton)	9.130.807	9.355.335	9.568.523
Impor (ton)	74.843	90.718	79.379
Ekspor (ton)	851.392	861.825	907.184
Harga (c/kg)	84,28	70,55	65,04–71,65
<b>Bungkil Kedelai</b>			
Produksi (ton)	18.454.391	19.685.893	19.651.873
Impor (ton)	152.407	158.757	147.417
Ekspor (ton)	5.238.988	5.805.978	5.329.706
Harga (\$/ton)	540	402	336–380
<b>DUNIA</b>			
<b>Kedelai</b>			
Produksi (ton)	283.250.000	317.250.000	
Impor (ton)	111.250.000	114.150.000	
Penggilingan domestik (ton)	240.610.000	254.480.000	
Ekspor (ton)	112.940.000	117.500.000	
<b>Minyak Kedelai</b>			
Produksi (ton)	44.890.000	47.390.000	
Impor (ton)	9.350.000	9.400.000	
Ekspor (ton)	9.370.000	9.770.000	
<b>Bungkil Kedelai</b>			
Produksi (ton)	189.010.000	200.920.000	
Impor (ton)	57.940.000	60.500.000	
Ekspor (ton)	60.000.000	64.070.000	

Sumber: Taylor dan Koo (2013); USDA (2015)



kesetimbangan baru dengan tingkat harga yang tinggi (Gambar 1). Peningkatan produksi dunia disebabkan oleh perkembangan luas panen pada periode tahun 1983–2013 yang cenderung terus meningkat dengan pola hampir sama. Rata-rata pertumbuhan luas panen pada periode ini adalah sekitar 3,03 persen setiap tahunnya, sementara produksi tumbuh sekitar 4,81 persen setiap tahun. Perkiraan luas panen kedelai dunia adalah 107,13 juta hektar sementara produksinya adalah sekitar 255,88 juta ton (PDSIP, 2013). Pada periode 1998–2012 Argentina dan Brazil meningkatkan produksi hingga masing-masing 351 persen dan 147 persen, sementara AS meningkatkan sebesar 19 persen (dari sekitar 82 juta ton menjadi sekitar 100 juta ton) karena keterbatasan lahan budidaya sejak 2007. Tren produksi dunia lebih cepat dibandingkan negara produsen utama tersebut, karena banyak negara lain yang memacu pertumbuhan produksi sampai 98 persen yaitu negara-negara Amerika Selatan (Taylor dan Koo, 2013).

Perdagangan kedelai dunia akan meningkat 66 persen antara tahun 2012 dan 2022. Kenaikan produksi kedelai Argentina didorong oleh kebijakan pembatasan ekspor daging sapi, sehingga padang rumput dikonversi menjadi lahan kedelai, meningkatkan produksi sebesar 37 persen (dari 54 juta ton menjadi 65 juta ton). Tren ini diperkirakan akan terus berlanjut ke masa depan. Brazil akan terus meningkatkan produksi sebesar 25 persen untuk menambah ekspor memenuhi permintaan kedelai Cina. Produksi kedelai Cina akan meningkat selama periode tersebut, namun tetap di bawah 50 juta ton sehingga tetap menjadi importir terbesar dunia, bahkan meningkatkan impor dari 62,5 juta ton menjadi 95 juta ton (Taylor dan Koo, 2013).

Ekspor kedelai AS diperkirakan akan meningkat dari 35 juta ton pada 2012 dan 46 juta ton pada tahun 2018 sebelum jatuh perlahan ke 41 juta ton pada 2022. AS akan meningkatkan pengolahan dalam negeri sebesar 22 persen dari 43,5 juta ton pada 2012 menjadi sekitar 54,4 juta ton di 2022. Pakan dan penggunaan lainnya diperkirakan meningkat sekitar 31 persen. Total konsumsi domestik diperkirakan akan meningkat sekitar 23 persen selama periode proyeksi.

Berbeda dengan kacang-kacangan lainnya

pada umumnya (kecuali kacang tanah), kedelai kaya minyak, sehingga sering disebut sebagai “biji minyak”. Potensi kedelai, yang mengandung sekitar 18 persen minyak dan 35 persen protein, menjadi faktor penguatan permintaan bahan ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pemisahan dua komponen utama ini telah melahirkan industri penggilingan kedelai. Sebagian besar kedelai dunia diproses oleh industri penggilingan kedelai untuk memproduksi minyak kedelai mentah (*crude soybean oil*/CSO) dan bungkil kedelai (Newkirk, 2010).

Bungkil kedelai digunakan terutama sebagai sumber protein dalam pakan unggas (pedaging dan petelur), sapi (daging dan susu) dan babi. Sebagian kecil dari bungkil digunakan untuk membuat tepung kedelai rendah lemak, konsentrat protein kedelai dan isolat, dan produk protein bertekstur kedelai. Perkembangan sejarah penggilingan kedelai menjadi minyak dan bungkil, relatif baru dalam sejarah panjang pemanfaatan kedelai (Shurtleff dan Aoyagi, 2007).

Berdasarkan perkembangan tersebut, perdagangan dunia dikelompokkan menjadi kedelai utuh (*soybean*), minyak kedelai (*soybean oil*) dan bungkil kedelai (*soybean meal*). Produksi AS menurun pada akhir 2016, yang diikuti oleh penurunan ekspor biji dan bungkil sehingga pasokan dunia akan dipenuhi oleh negara eksportir lainnya. Sebaliknya, ekspor minyak kedelai akan meningkat (Tabel 1). Hal ini bermakna bahwa dalam situasi peningkatan permintaan dunia, AS tidak akan menambah produksinya.

Pertanian, khususnya kedelai di negara-negara MERCOSUR (Brasil, Argentina, Paraguay, Uruguay dan Venezuela), telah berdampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi, peningkatan perdagangan, penciptaan kesejahteraan, kontribusi pajak fiskal terhadap tingkat pemerintahan yang berbeda, penciptaan lapangan kerja dan pembangunan daerah (McFarlane dan O’Connor, 2014). Oleh karena itu, pasar kedelai dunia akan terus meningkat dan bergairah sampai dengan akhir tahun 2022, terutama hingga akhir 2016. Jika tidak terjadi gangguan produksi atau perubahan kebijakan mendasar, maka ekspor biji, minyak dan bungkil kedelai akan tumbuh baik akibat perluasan

---

(terutama negara MERCUSOR) maupun perbaikan produktivitas. Situasi ini menciptakan kesetimbangan bahwa ekspor masih akan lebih besar dari impor sehingga ketersediaan kedelai bagi negara pengimpor masih relatif aman setidaknya sampai akhir tahun 2022. Kecenderungan yang sama berlaku untuk minyak dan bungkil kedelai.

Kedelai adalah salah satu tanaman yang banyak didukung oleh aplikasi bioteknologi. Akibatnya, produksi komersial dari kedelai hasil rekayasa genetika telah meningkat tajam dalam dekade terakhir, dengan dampak penting untuk produksi, konsumsi dan perdagangan. Sekitar 70–90 persen produksi tiga negara produsen terbesar di dunia (Amerika Serikat, Brasil dan Argentina) adalah dari varietas tanaman modifikasi genetika (GM). Dalam konteks inilah, kehati-hatian terhadap keamanan produk GM perlu dilakukan. Meskipun pengaturan terhadap produk tersebut telah banyak dilakukan oleh berbagai negara terkait dengan keanekaragaman hayati, keamanan hayati, dan khususnya keamanan pangan, namun kebijakan tersebut cenderung sangat berbeda antar negara. Implikasi penting terhadap perdagangan, terutama pada pengembangan rantai pengolahan dan pemasaran yang berbeda untuk kedelai dan produknya yang berasal GM dan non-GM (Thoenes, 2007).

Penerapan bioteknologi dapat meningkatkan faktor produktivitas total rata-rata sebesar 10 persen, dengan penghematan biaya yang dapat dirasakan terutama oleh petani kecil. Selain itu, varietas GM menurunkan penggunaan herbisida beracun dan pengolahan tanah memberikan dampak positif terhadap lingkungan. Pengalaman Argentina (negara terluas kedua dalam penanaman kedelai GM), teknologi tersebut telah membentuk ekonomi surplus pada tingkat global. Konsumen mendapatkan keuntungan (53 persen), perusahaan benih dan bioteknologi (34 persen) dan produsen pertanian (13 persen). Dengan gambaran seperti itu, maka kemajuan dan penyebaran kedelai GM semakin meluas dan sangat kompetitif.

Hartman, dkk. (2011) mencatat sejumlah kendala penting abiotik dan biotik yang mengancam produksi dan mengurangi hasil biji dan/atau mutu benih. Kendala abiotik termasuk

perubahan nutrisi, suhu dan kelembaban. Hal ini dapat mengurangi produksi langsung, tetapi juga secara tidak langsung melalui peningkatan patogen dan hama. Kendala biotik cenderung dalam geografis dan lingkungan terbatas. Strategi manajemen yang memadai, seperti penggunaan varietas tahan terhadap penyakit, belum tersedia, tapi ada investasi yang kuat dalam teknologi untuk meningkatkan karakteristik tanaman; khususnya teknologi genomik baru, menawarkan potensi untuk meningkatkan kualitas pangan untuk orang-orang di seluruh dunia. Fenomena ini akan menjadi pertimbangan penting perdagangan kedelai dunia.

Harga kedelai diperkirakan menjadi sekitar \$472,42 per ton antara tahun 2013 dan 2016, sebelum jatuh ke kisaran \$460,61/ton pada 2022. Penurunan harga tersebut terutama karena kenaikan produksi (McFarlane dan O'Connor, 2014). Pasar minyak kedelai dunia bersifat substitusi dengan minyak lain, seperti minyak bunga matahari dan minyak biji kapas (McFarlane dan O'Connor, 2014).

Faktor lain yang mempengaruhi permintaan komoditas pertanian adalah ketersediaan dan harga relatif komoditas substitusi. Pada tahun 2016, beberapa bulan terakhir, perdagangan bungkil kedelai negara eksportir utama melambat 11 persen dari tahun lalu selama periode Agustus–Oktober. Penurunan ini terutama dipengaruhi oleh negara Amerika Selatan, di mana ekspor dari Argentina dan Brasil turun masing-masing 13 dan 24 persen. Ketatnya pasokan kedelai telah menyebabkan berkurangnya pasokan ekspor bungkil kedelai di Brazil, sedangkan penjualan kedelai kepada prosesor melambat telah melemahkan ekspor di Argentina.

Ekspor bungkil kedelai AS juga turun 12 persen dari tahun lalu dari total komitmen penjualan hingga pekan yang berakhir awal Desember. Biasanya, pelambatan negara pesaing memberi kesempatan bagi AS untuk meningkatkan ekspor. Namun demikian, tahun 2016 pasar bungkil menurun di pasar-pasar utama, seperti Kanada, Meksiko, Asia, dan Eropa. Hal ini berbeda dengan peningkatan komitmen ekspor ke Cina yang naik 27 persen. Satu penjelasan tentang penurunan ekspor ini

adalah karena harga relatif bungkil kedelai naik terhadap bahan pakan lain seperti gandum dan jagung. Ketika pasokan terbatas maka harga naik, sebaliknya jika pasokan jagung dan gandum naik dan harga rendah, maka ekspor bungkil menurun. Perbandingan harga gandum dan bungkil kedelai untuk September–November periode tahun 2015 dan 2016 menunjukkan penurunan harga relatif masing-masing 27 persen dan 12 persen untuk gandum dan jagung. Hal ini mungkin yang memperkuat permintaan untuk komoditas ini dengan mengorbankan bungkil kedelai (USDA, 2016).

Situasi pasar kedelai ternyata sangat kompleks tidak hanya dipengaruhi oleh pasokan dan permintaan, tetapi juga oleh komoditas substitusi. Ketergantungan terhadap pasar dunia sangat riskan sehingga harus dihindari secara bertahap melalui pengembangan tanaman kedelai terpadu dari produksi hingga pengolahan hilir. Dengan pendekatan ini dimungkinkan membentuk subsidi vertikal dalam mata rantai pengolahan.

### III. PRODUKSI DAN KONSUMSI KEDELAI NASIONAL

Produksi kedelai nasional menurun dalam periode 2000–2014, yaitu dari 1.017.634 ton (2000) menjadi 953.956 ton (2014) dengan laju sekitar 0,45 persen/tahun dan sedikit naik menjadi 963.183 ton pada tahun 2015. Demikian juga dengan luas panen yang fluktuatif dan cenderung menurun dari 824.484 ha (2000) menjadi 615.019 ha (2014) kemudian turun menjadi 614.095 ha (2015). Pengurangan luas panen bukan satu-satunya penyebab penurunan produksi, meskipun pola perubahan produksi sejajar dengan luas panen. Produktivitas juga turut berpengaruh akibat penurunan dari 15,51 ku/ha (2000) menjadi 12,34 ku/ha (2014) meskipun kemudian naik menjadi 15,68 ku/ha (2015). Keadaan ini menggambarkan bahwa pengembangan kedelai tidak mendapat perhatian yang cukup dari pihak terkait; pemerintah, pengusaha dan petani (Gambar 2).

Banyak faktor yang menyebabkan tidak adanya gairah dalam produksi kedelai, terutama lima tahun terakhir, sehingga produksi mengalami penurunan yang tajam. Faktor utama adalah tidak adanya regulasi yang menjamin

harga di tingkat petani. Akibatnya, harga kedelai menjadi tidak menentu dan petani mengalihkan ke tanaman lainnya. Hal ini berbeda sekali dibandingkan situasi 1992–1997, harga kedelai diatur dan BULOG masih berperan sebagai penyangga utama kedelai nasional. Pada saat itu, petani mendapat kepastian pasar dan harga yang lebih rasional.

Rata-rata produktivitas kedelai masih rendah yakni tertinggi sekitar 15,68 kuintal/ha/panen pada tahun 2015. Dengan tingkat produktivitas yang relatif rendah ini maka untuk memenuhi kebutuhan saat ini sekitar 2,5 juta ton diperlukan luas panen sekitar 1,7 juta ha setiap tahunnya. Artinya, luasan yang sekarang ada masih perlu digandakan setidaknya dua kali lipat. Upaya melalui perluasan pertanaman akan mengalami banyak kendala, terutama dari minat petani dan keuntungan komparatif terhadap perusahaan komoditi lainnya.

Perluasan tanaman harus disertai dengan perbaikan produktivitas yang secara rasional dapat ditingkatkan menjadi 3–3,5 ton/ha seperti yang dicapai Amerika Serikat (AS). Upaya ini harus mendapat dukungan dari pemerintah terutama dalam bentuk pengadaan sarana produksi pertanian seperti pupuk dan benih varietas unggul. Pada tingkat produktivitas yang dapat diperbaiki ini, maka luas panen yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan saat ini adalah sekitar 800.000 hektar yang secara logis tidak sulit dicapai.

Persoalan yang dianggap “lumrah” adalah rendahnya harga kedelai lokal di tingkat petani pada saat panen. Petani tidak pernah menikmati “tambahan” produksinya karena tereduksi dengan penurunan harga yang besar. Meskipun sering mengalami kegagalan dan tidak mampu menarik minat petani, penetapan Harga Pembelian Pemerintah (HPP) dapat sedikit menghibur petani. HPP harus dievaluasi dan ditetapkan dengan cermat sehingga dapat membantu petani tetapi tidak mengganggu stabilitas industri pengolahan, terutama tahu dan tempe. Pada tahun 2015, HPP adalah Rp 7.700/kg (Peraturan Menteri Perdagangan No. 01/MEN-DAG/PER/1/2015).

Harga rata-rata kedelai lokal pada bulan September 2013 adalah Rp10.687,00/kg atau



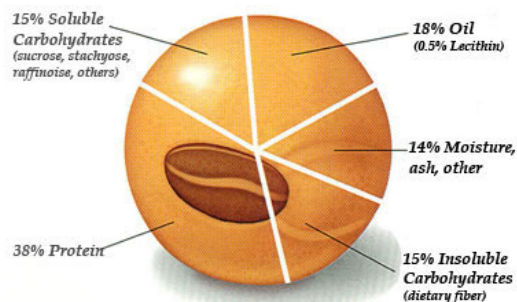
mengalami peningkatan sebesar 6,9 persen jika dibandingkan dengan harga pada bulan Agustus 2013 yakni Rp9.993,00/kg. Namun jika dibandingkan dengan harga pada bulan September 2012 terjadi peningkatan sebesar 11,4 persen, dimana harga rata-rata pada bulan September 2012 adalah sebesar Rp9.592,00/kg. Harga rata-rata kedelai impor relatif lebih murah dibandingkan dengan harga rata-rata kedelai lokal. Harga rata-rata kedelai impor pada bulan September 2013 adalah sebesar Rp10.515,00/kg atau mengalami peningkatan sebesar 9,2 persen jika dibandingkan dengan harga pada Agustus 2013 sebesar Rp9.631,00/kg. Sama halnya jika dibandingkan dengan harga rata-rata pada bulan September 2012 sebesar Rp9.367,00/kg, terjadi peningkatan harga sebesar 12,2 persen.

Fluktuasi harga terus terjadi sepanjang masa. Setelah mengalami penurunan sebelumnya, pada bulan Desember 2016 harga kedelai lokal mulai mengalami kenaikan dari Rp6.500,00 menjadi Rp7.000,00 sebagai akibat dari imbas nilai tukar rupiah terhadap dolar AS. Penurunan harga jual kedelai impor terjadi menyusul penurunan harga minyak dunia. Penurunan harga jual kedelai impor berlangsung secara bertahap, yaitu Rp 6.750,00/kg pada awal Februari 2016 menjadi Rp6.500,00/kg pada Desember 2016. Situasi seperti ini menyebabkan ketidakpastian dalam industri pengolah kedelai nasional sehingga berpengaruh terhadap industri hilir dan konsumen.

Swasembada adalah tujuan yang dapat dicapai, tetapi sulit mencapainya dalam situasi pertanian saat ini. Impor masih akan menjadi bagian dari perdagangan kedelai dalam negeri. Pada saat kekurangan yang besar, pemerintah membebaskan impor kedelai untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri. Kebijakan ini berpengaruh signifikan terhadap kedelai lokal karena harus bersaing dengan kedelai impor, terutama asal AS. Pengusaha tempe menilai bahwa kedelai asal AS lebih bagus mutunya (karena berukuran lebih besar dan harga lebih murah) sehingga menghasilkan tempe yang lebih baik dan disukai konsumen. Situasi ini perlu mendapat perhatian besar untuk melindungi petani di satu sisi serta pengrajin dan konsumen tahu dan tempe di sisi lain.

#### IV. INDUSTRI PENGOLAHAN KEDELAI

Kedelai adalah bahan baku yang sangat baik untuk produk industri yang kandungan utamanya minyak atau protein. Kandungan utama kedelai adalah protein (38 persen), minyak (18 persen), karbohidrat tidak larut (15 persen) dan *lecithin* (0,5 persen) (Thakur dan Hurburgh, 2007) (Gambar 3). Komposisi asam amino dan tingkat daya cernanya tergantung pada kedelainya, pemupukan lahan, pengikatan nitrogen, hara mikro tanah, iklim dan lingkungan lokal, ketersediaan dan kualitas air, dan teknologi budidaya (Muelenaere, 1964).

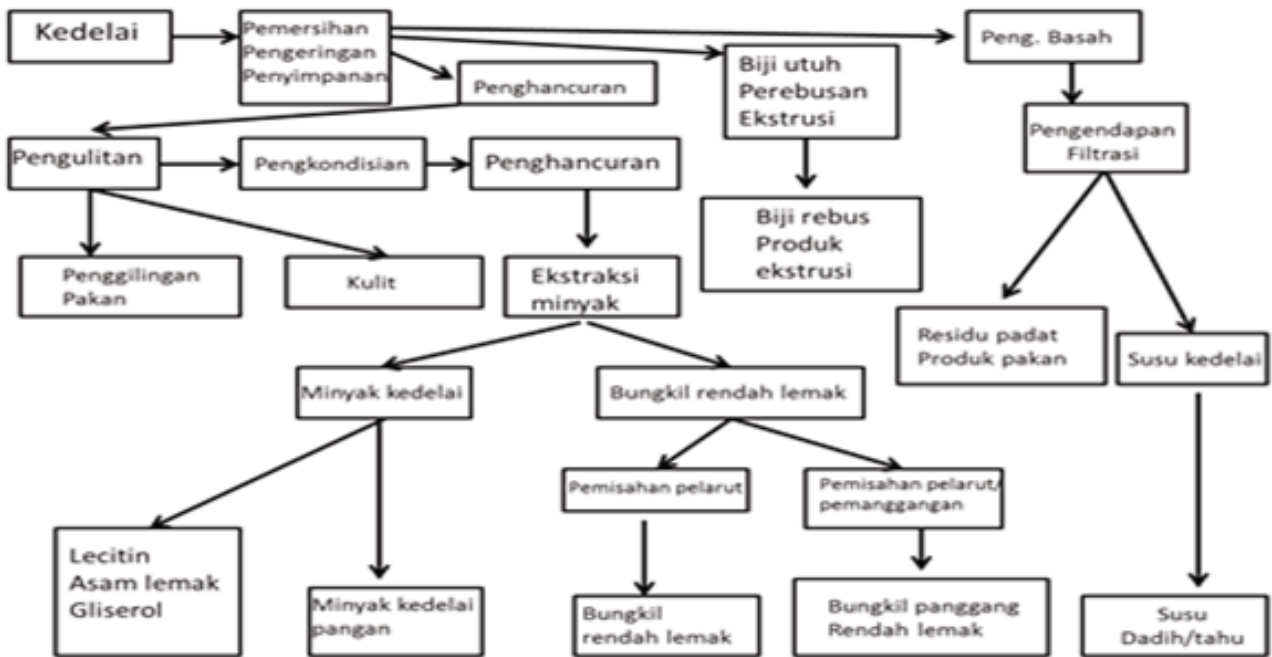


**Gambar 3.** Kandungan Utama Kedelai (Thakur dan Hurburgh, 2007)

Komposisi tersebut menunjukkan bahwa kedelai adalah bahan pangan, pakan dan energi yang sangat potensial. Karbohidrat terlarut, *dietary fiber*, protein dan minyak adalah zat yang sangat diperlukan oleh tubuh untuk pertumbuhan dan pemeliharaan. Kandungan protein yang tinggi menjadikan kedelai sebagai sumber protein nabati yang sangat baik dan menyehatkan, termasuk dalam bentuk fermentasi (tempe) (Utari, 2010). Kandungan minyak yang tinggi menjadikan kedelai sebagai sumber minyak nabati untuk konsumsi rumah tangga sekaligus sebagai sumber energi (biodiesel).

Komposisi utama kedelai menjadi dasar pengembangan produk turunan yang dapat dihasilkan. Pengolahan dapat dilakukan melalui tiga cara, yaitu pengolahan kering, perebusan, dan pengolahan basah. Dari pengolahan kering dapat dihasilkan pakan, tepung dan minyak. Pengolahan basah dapat menghasilkan susu, tahu dan dadih. Pengolahan basah menghasilkan produk-produk ekstrusi. Produk tersebut dapat





**Gambar 4.** Pengolahan Dasar Kedelai (Waggle dan Kolar, 1979)

bersifat produk antara yang masih dapat diolah menjadi produk turunan. Misalnya, dari minyak kedelai dapat dihasilkan lecithin, asam lemak dan gliserol. Demikian juga, minyak kedelai dapat diolah menjadi biodiesel sebagai produk potensial energi alternatif (Gambar 4).

Kegiatan pengolahan memberikan keuntungan yang berbeda-beda. Kaidah yang menyebutkan semakin ke hilir maka nilai tambah semakin besar, tidak sepenuhnya benar. Banyak faktor yang mempengaruhi seperti harga (nilai) pasar bahan baku, biaya produksi, permintaan pasar dan harga pasar produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, integrasi hulu hilir dapat mengakumulasi margin yang diperoleh dan menguatkan sektor hulu (produksi) dengan sektor hilir (pengolahan). Tabel 2 dapat menjadi pertimbangan dalam pengembangan industri pengolahan kedelai.

#### 4.1. Minyak dan Bungkil Kedelai

Minyak kedelai adalah minyak yang baik

untuk kesehatan karena mengandung Omega-3, Omega-6 dan Vitamin E dengan harga relatif kompetitif (Mounts, dkk., 1986). Minyak kedelai secara intensif dikonsumsi sebagai minyak sayur di seluruh dunia. Meskipun banyak digunakan sebagai minyak goreng, penggunaan utamanya adalah sebagai bahan lemak dalam industri pangan, yang bersama-sama dengan minyak sawit merupakan lemak yang paling banyak digunakan. Hal ini terkait dengan peran minyak sebagai nutrisi dalam menu dan kesehatan, termasuk untuk menghindari penyakit. Banyak penyakit kronis yang tidak menular adalah akibat kekurangan gizi, termasuk minyak dan lemak.

Vitamin E (tocopherol) penting bagi tubuh untuk mempertahankan kesehatan jantung. Bagi usia lanjut, vitamin ini juga efektif untuk mencegah kanker prostat. Minyak kedelai mengandung lebih banyak vitamin E dibandingkan minyak lainnya. Tokoperol adalah antioksidan alami sehingga dapat mencegah minyak kedelai mengalami proses oksidasi. Dengan berbagai kelebihan ini,

**Tabel 2.** Biaya, Pendapatan Kotor, Penerimaan dan Keuntungan Penanaman dan Penggilingan Kedelai

Komponen	Pertanaman	Bungkil Kedelai	Minyak Kedelai
Biaya total (USD/ha /tahun)	498,00	439,20	284,98
Pendapatan kotor (USD/ha/tahun)	652,78	563,38	351,20
Penerimaan (USD/ha/tahun)	154,78	124,19	66,22
Profitabilitas (%)	31,00	28,00	23,00

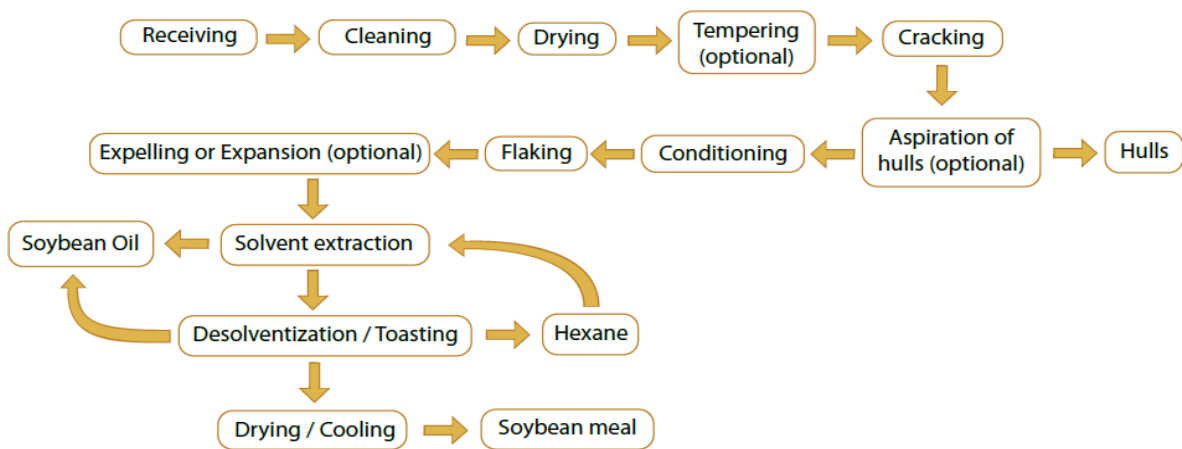
Sumber: Cavalett dan Ortega (2009)

permintaan minyak kedelai diperkirakan akan meningkat di masa mendatang.

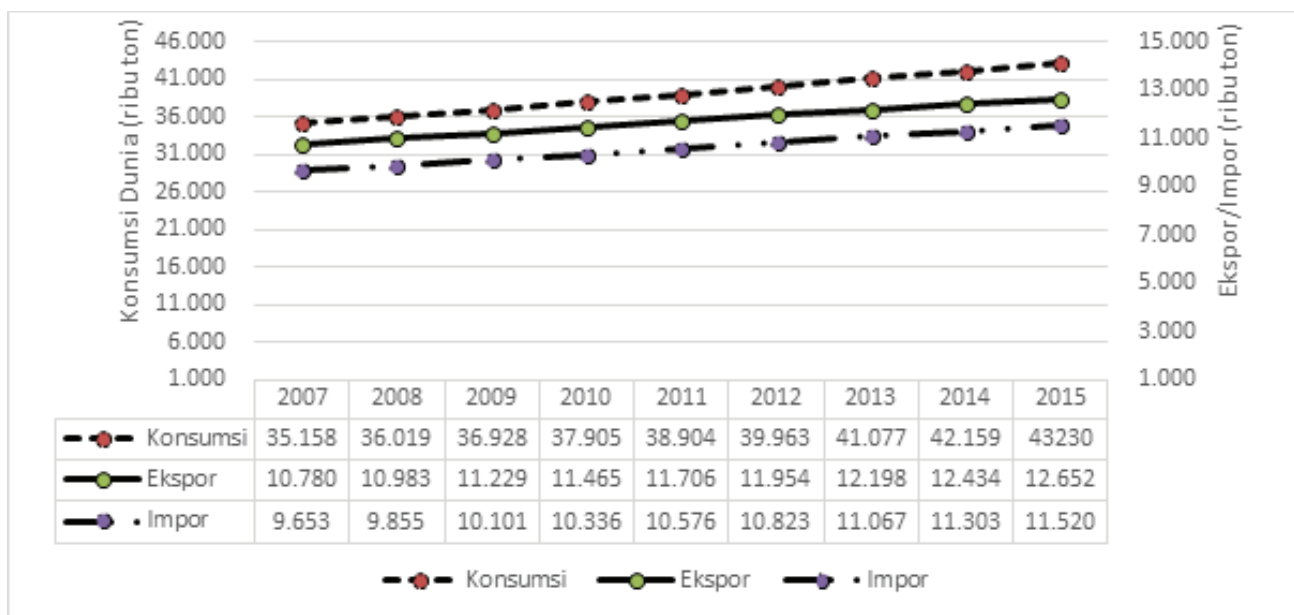
Dalam banyak kasus, ekstraksi minyak menguntungkan secara ekonomi sekaligus menghilangkan senyawa antinutrisi. Industri kecil menggunakan alat penggiling untuk mengepres biji dalam mengekstrak minyak. Pilihan lain adalah dengan menggunakan pelarut untuk mengekstrak semua jenis minyak seperti heksana. Teknologi ekstraksi menggunakan pelarut lebih banyak digunakan yang melibatkan tahap pengeringan biji, pembersihan, pemecahan, pelepasan kulit, pemipihan, ekstraksi pelarut, penghilangan pelarut, pengeringan serta pedingingan dan

penggilingan. Proses yang sederhana ini akan menghasilkan minyak dan bungkil yang mempunyai nilai tambah yang menguntungkan (Gambar 5).

Konsumsi minyak kedelai dunia tumbuh stabil selama kurun waktu 2007–2015. Demikian juga dengan ekspor dan impor (Gambar 6). Jika dibandingkan antara konsumsi dengan ekspor maka terjadi selisih yang sangat besar, misalnya pada tahun 2015 mencapai 30,6 juta ton. Hal ini bermakna bahwa negara produsen juga menggunakan minyak kedelai dalam jumlah yang besar. Dari perspektif konsumen, maka pemenuhan kebutuhan dilakukan melalui



**Gambar 5.** Alir Proses Pengolahan Kedelai Menjadi Minyak (Newkirk, 2010)



**Gambar 6.** Perkiraan Konsumsi, Ekspor dan Impor Minyak Kedelai Dunia (Thoenes, 2007)

produksi sendiri yakni sekitar 31,7 juta ton. Situasi sulit mungkin dihadapi oleh negara importir yang tidak mampu mengantisipasi pertumbuhan permintaan dalam negerinya melalui peningkatan produksi dalam negeri.

Yusuf, dkk. (2011) memperkirakan bahwa permintaan minyak kedelai untuk produksi minyak diesel akan meningkat di masa mendatang. Meskipun produktivitas minyaknya relatif rendah yakni 375 kg/ha atau rendemen 20 persen. Produksi biodiesel dari kedelai relatif kompetitif karena menghasilkan produk lain seperti protein dan bungkil yang juga mempunyai nilai ekonomis tinggi. Oleh karena itu, gangguan pasokan pasar dunia menjadi lebih kompetitif di masa mendatang dengan tumbuhnya industri biodiesel. Hal ini mengindikasikan, kedelai dan minyak kedelai akan menjadi usaha bisnis yang prospektif di pasar dunia, regional dan lokal. Pengembangan varitas kedelai dengan kandungan minyak yang tinggi dapat menjadi pilihan untuk meningkatkan perekonomian petani kedelai nasional.

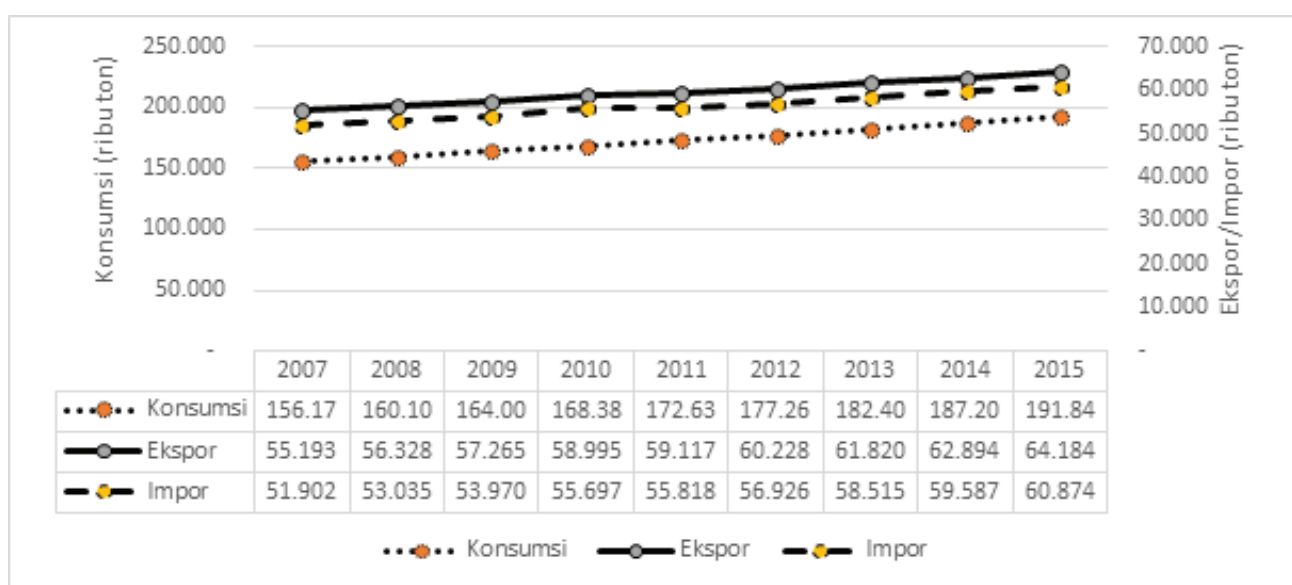
Selaras dengan kenaikan permintaan minyak kedelai, konsumsi bungkil juga meningkat yang berarti ekstraksi minyak menghasilkan produk ganda sekaligus (Gambar 7). Permintaan bungkil dipengaruhi oleh kenaikan produksi ternak (ayam, sapi, babi, dan lain-lain) dan kenaikan harga komoditas substitusi lainnya, terutama jagung. Penggunaan jagung untuk produksi biodiesel diperkirakan akan menurunkan

pasokan jagung untuk pakan atau setidaknya akan terjadinya kenaikan harga yang signifikan.

Kenaikan permintaan minyak kedelai tidak serta merta terjadi akibat tingginya harga bungkil karena masing-masing mempunyai kekuatan permintaan. Secara teoritis, jika harga salah satu naik maka yang lainnya turun. Faktanya bahwa kedua produk ini mengalami kenaikan permintaan walaupun tidak secara simetris diikuti oleh kenaikan harganya. Indonesia yang masih mengimpor bungkil dan minyak kedelai, dapat mengembangkan pertanian yang berorientasi tidak hanya untuk berswasembada tapi juga terbuka peluang untuk mengisi pasar dunia yang terus tumbuh dan berkembang. Orientasi ini akan mendorong upaya yang lebih progresif karena bermuara pada pembangunan yang kompetitif bukan sekedar *survive*.

Banyak faktor yang mempengaruhi permintaan minyak dan bungkil kedelai, antara lain: (i) kenaikan permintaan protein, (ii) perubahan perekonomian dunia, termasuk resesi; (iii) fluktuasi nilai tukar dollar; (iv) isu transgenik; (v) persaingan dengan lemak dan minyak lain; (vi) fluktuasi produksi biodiesel; (vii) produksi ternak; (viii) substitusi sumber protein; dan (ix) permintaan ekspor kedelai. Pengaruh semua faktor ini dapat diredam jika produksi dan pengolahan kedelai nasional kuat, baik untuk kebutuhan dalam negeri maupun pasar dunia.

Margin penggilingan kedelai bervariasi tergantung pada musim dan pasokan dengan



**Gambar 7.** Perkiraan Konsumsi, Ekspor dan Impor Bungkil Kedelai (Thoenes, 2007)

---

rata-rata sekitar 19 persen dari harga kedelai (Goldsmith, 2008). Margin ini digunakan untuk produksi dan keuntungan usaha. Secara kuantitatif, jumlah ini relatif kecil jika dikaitkan dengan pemasaran, risiko, dan skala ekonomi penggilingan. Nilai tertinggi diperoleh pada saat produksi tinggi atau musim panen raya. Namun demikian, jika usaha ini dikaitkan dengan ketersediaan pakan dan pasokan minyak kedelai yang terjamin maka sangat menguntungkan industri hilir.

#### 4.2. Produksi Biodiesel

Banyak upaya sungguh-sungguh telah dan sedang dilakukan untuk membuat minyak nabati yang mendekati sifat dan kinerja minyak desel berbasis hidrokarbon. Permasalahan substitusi trigliserida menjadi biodiesel adalah (i) kekentalan yang tinggi; (ii) rendahnya stabilitas terhadap oksidasi (yang kemudian proses polimerisasi ikutannya); dan (iii) rendahnya volatilitas yang mempengaruhi pembentukan abu yang terlalu tinggi akibat oksidasi tidak sempurna (Robles-Medina, dkk., 2005). Banyak penelitian yang telah dan sedang dilakukan yang telah berhasil memperbaiki sifat fisiko-kimia trigliserida sehingga menjadi layak dan dapat digunakan sebagai bahan bakar yang efisien (Mousavi-Avval, dkk., 2011; Pradhan, dkk., 2011; You, dkk., 2008), misalnya penggunaan methanol superkritis dapat memperbaiki kinerja proses (Cao, dkk., 2005).

Kedelai mengandung minyak relatif kecil yakni sekitar 18 persen, tetapi dapat diproduksi tanpa memberikan *input* nitrogen sehingga menjadi faktor pembentuk keuntungan untuk produksi biodiesel. Pupuk nitrogen merupakan salah satu *input* energi yang paling mahal pada produksi tanaman (Pimentel, dkk., 2002). Selama dekade terakhir ini, minyak kedelai semakin banyak digunakan untuk produksi biodiesel. Penyebarluasan ke Asia semakin luas dan tumbuh relatif cepat menyebabkan kenaikan harga minyak kedelai. Permintaan di AS masih relatif kecil dibandingkan dengan potensi pasokan yang mereka miliki. Produksi biodiesel dari minyak kedelai belum menguntungkan jika tidak didukung oleh pembiayaan dari pemerintah.

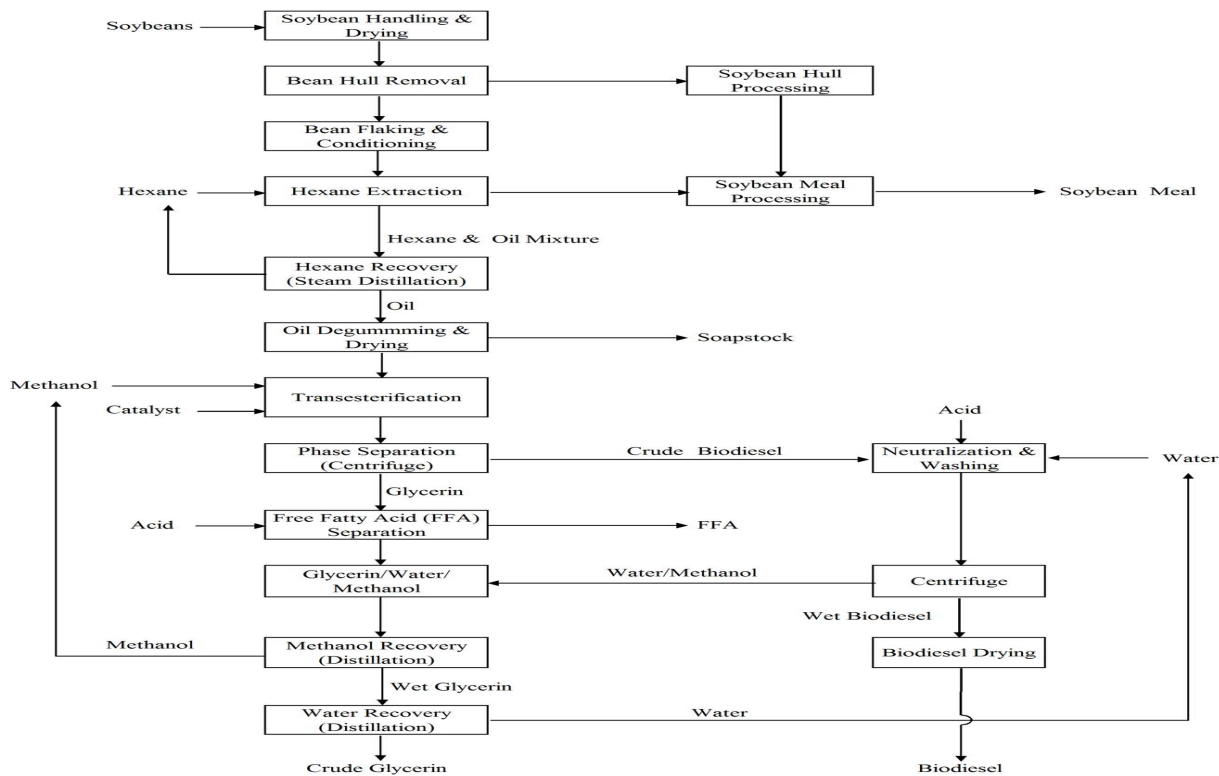
Produksi biodiesel dapat menggunakan berbagai jenis cadangan tanaman seperti minyak

biji-bijian, minyak tropis, minyak sawit, limbah minyak, dan lemak hewan. Oleh karena itu, wajar jika industri biodiesel mulai menggunakan minyak kedelai selain minyak sawit. Namun demikian, minyak kedelai dapat lebih menguntungkan jika dikaitkan dengan produksi bungkil sebagai pakan ternak. Sebaliknya, Asia Tenggara yang tidak memiliki pasokan kedelai yang memadai, menggantungkan pada minyak sawit yang merupakan produk utama pabrik kelapa sawit. Dengan situasi ini, pengembangan tanaman kedelai merupakan program strategis untuk meningkatkan pasokan bahan pakan dan minyak kedelai. Secara umum teknologi produksi biodiesel yang terintegrasi dengan penggilingan kedelai dapat dilihat pada Gambar 8.

Minyak tersebut kemudian mengalami proses *degumming* (untuk memisahkan gum dan lesitin), serta biasanya dimurnikan, dijernihkan, hidrogenasi parsial, deodorisasi, dan winterisasi (untuk menghindari pembekuan/pengkeruhan jika dalam keadaan dingin) untuk membuat berbagai produk populer, seperti salad dan minyak goreng, *shortening*, dan margarin (Shurtleff dan Aoyagi, 2007). Energi yang dibutuhkan untuk mengangkut kedelai ke pabrik pengolahan diperkirakan sekitar 720,1 MJ/ha (1,2 MJ/L biodiesel). Estimasi ini didasarkan pada jarak 80 km (50 mil) untuk truk kedelai dari pusat distribusi ke penggiling kedelai dan pabrik biodiesel (ANL, 2010).

Total energi yang diperlukan untuk memproduksi satu liter biodiesel adalah 5,9 MJ. Sebagian besar energi diperlukan untuk konversi yaitu 56 persen. Penggilingan menggunakan energi sebanyak 18 persen dan produksi kedelai di kebun 17 persen. Energi bersih adalah sekitar 26,8 MJ/L biodiesel. Nisbah energi fosil adalah 5,54. Perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi adalah pada penggilingan karena menggunakan energi dalam jumlah terbanyak (Pradhan, dkk., 2011). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa produksi biodiesel dari minyak kedelai memiliki NEB (*Net Energy Balance*) positif sehingga layak untuk dikembangkan (Hill, dkk., 2006). Dari sisi keseimbangan energi, maka produksi biodiesel dari minyak kedelai layak dikembangkan. Persoalan masih terletak pada perbandingan harga dengan bahan bakar fosil. Oleh karena





**Gambar 8.** Diagram Proses Penggilingan Kedelai dan Konversi Biodiesel (Pradhan, dkk., 2011)

itu, tantangan terbesar adalah memperbaiki produktivitas untuk menekan harga bahan baku dan memperbaiki proses (teknologi dan peralatan) untuk menekan biaya produksi.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Masa depan produksi dan penggunaan kedelai semakin luas karena pertumbuhan permintaan protein yang tinggi. Permintaan tersebut juga mencakup bahan baku industri tahu-tempe, pakan ternak, minyak kedelai dan perkembangan penggunaan biodiesel. Oleh karena Indonesia tidak memiliki produksi yang cukup, bahkan sekedar untuk bahan baku tahu dan tempe, maka orientasi pengembangan kedelai haruslah untuk mengembangkan industri hilir secara luas, setidaknya minyak kedelai, pakan ternak dan biodiesel selain tahu dan tempe. Orientasi ini akan memacu program pengembangan kedelai yang lebih progresif, tidak terbelenggu pada swasembada, tetapi lebih dari itu untuk memenuhi bahan baku industri yang akan tumbuh di masa yang akan datang. Harapannya adalah kedelai dapat menjadi bagian dari komoditas pertanian yang berkontribusi terhadap kesejahteraan masyarakat luas, khususnya petani.

Lahan yang masih tersedia, petani yang berpengalaman dan pasar yang luas hendaknya dipandang sebagai faktor penguat untuk mengisi peluang pembangunan kedelai nasional. Produktivitas yang rendah harus dilihat sebagai tantangan bukan hambatan. Integrasi hulu (pengembangan benih dan produksi kedelai) dan hilir (industri pengolahan minyak kedelai, bungkil, pakan ternak, biodiesel dan produk turunan lainnya) dapat mejadi sektor kuat untuk meningkatkan kemandirian ekonomi dan peluang usaha yang mensejahterakan petani (kedelai) dan pemangku kepentingan lainnya. Pola berpikir swasembada yang memasung program pembangunan pertanian harus diganti dengan pemikiran intensif, progresif dan invansif sehingga setiap satuan lahan yang ditanami menghasilkan nilai kebun dan nilai tambah yang optimal.

## Daftar Pustaka

- ANL. 2010. *The Greenhouse Gases, Regulated Emissions, and Energy Use in Transportation (GREET) Model*. Argonne, Ill.: Argonne National Laboratory. Available at: <http://greet.es.anl.gov/>. Diakses 24 June 2015.
- BBPSPSLP. 2008. *Potensi dan Ketersediaan Lahan*

- untuk Pengembangan Kedelai di Indonesia. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 30, 3–5.
- Cao W, Han H, Zhang J. 2005. Preparation of Biodiesel from Soybean Oil Using Supercritical Methanol and Co-Solvent. *Fuel* 84, 347–351.
- Cavalett Ota'vio, Ortega E. 2009. Energy, Nutrients Balance, and Economic Assessment of Soybean Production and Industrialization in Brazil. *Journal of Cleaner Production* 17, 762–771.
- Damardjati, Dj. S., Marwoto, D. K. S. Swastika, D. M. Arsyad, Y. Hilman 2005. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kedelai*. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Denicoff MR, Prater ME, Bahizi P. 2014. *Soybean Transportation Profile*. United State Department of Agriculture. USA.
- Fitrianto ZF, Hanani N, Syafrial. 2014. Dampak Kebijakan Perkedelaaian terhadap Kinerja Ekonomi Kedelai di Indonesia. *Habitat* 14, 105–114.
- Goldsmith PD. 2008. Economics of Soybean Production, Marketing, and Utilization. *Soybean Monograph.indb* 117: 117–150.
- Hartman G, West E, Herman T. 2011. *Crops That Feed the World 2*. Soybean—Worldwide Production, Use, and Constraints Caused by Pathogens and Pests. *Food Security* 3, 5–17. <http://dx.doi.org/10.1007/s12571-010-108-x>.
- Hill, J., Nelson, E., Tilman, D., Polasky, S., Tiffany, D. 2006. Environmental, Economic, and Energetic Costs and Benefits of Biodiesel and Ethanol Biofuels. *PNAS* 103, 1206–11210.
- Kemendag. 2013. *Tinjauan Pasar Kedelai* Edisi: 09/KDL/TKSP/2013. Kementerian Perdagangan, Jakarta.
- Mousavi-Avval SH, Rafiee S, Jafari A, Mohammadi A. 2011. Optimization of Energy Consumption for Soybean Production Using Data Envelopment Analysis (DEA) Approach. *Applied Energy* 88, 3765–3772.
- McFarlane I, O'Connor EA. 2014. World Soybean Trade: Growth and Sustainability. *Modern Economy* 5, 580–588.
- Mounts TL, Warner K, List, GR, Kleiman R, Fehr WR, Hammond EG, Wilcox JR. 1986. Effect of Fatty Acid Composition on Soybean Oil Stability. *Journal of the American Chemist's Society* 65(4): 624–628.
- Mousavi-Avval SH, Rafiee S, Jafari A, Mohammadi A. 2011. Optimization of Energy Consumption for Soybean Production Using Data Envelopment Analysis (DEA) Approach. *Applied Energy* 88 3765–3772.
- Muelenaere de HJH. 1964. Studies on the Digestion of Soybeans *J. Nutr.* 82(2): 197–205
- Murata K, Ikehata H, Edani Y, Koyanagi K. 1971. Studies on the Nutritional Value of Tempeh. *Agricultural and Biological Chemistry* 35, 233–241.
- Newkirk R. 2010. *Soybean: Feed Industry Guide*. Canadian International Grains Institute. Ontario. [www.cigi.ca](http://www.cigi.ca).
- Ortega E, Cavalett O, Bonifácio R, Watanabe M. 2005. Brazilian Soybean Production: Emergy Analysis With an Expanded Scope. *Bulletin of Science, Technology & Society* 25 (4), 323–334.
- Pimentel, D., Doughty, R., Carothers, C., Lamberson, S., Bora, N., and Lee, K., 2002, Energy Inputs in Crop Production: Comparison of Developed and Developing Countries, In Lal, R., Hansen, D., Uphoff, N., and Slack, S., eds., *Food Security and Environmental Quality in the Developing World*: CRC Press, Boca Raton, FL, p. 129–151.
- PDSIP. 2013. *Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan Kedelai*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Pradhan A, Shrestha DS, McAloon A, Yee W, Haas M, Duffield JA. 2011. Energy Life-Cycle Assessment of Soybean Biodiesel Revisited. *American Society of Agricultural and Biological Engineers* 54(3),1031–1039.
- Ramedani Z, Rafiee S, Heidari MD. 2011. An Investigation on Energy Consumption and Sensitivity Analysis of Soybean Production Farms. *Energy* 36, 6340–6344.
- Riana FD, Hardiyanto I. 2011. Analisis Peramalan Konsumsi Kedelai (Glycine Max L.) di Indonesia Tahun 2010–2019. *AGRISE* 11, 8–18.
- Robles-Medina A, González-Moreno PA, Esteban-Cerdán L, Molina-Grima E. 2005. Biocatalysis: Towards Ever Greener Biodiesel Production. *Biotechnol Adv.*, 119:291–299.
- Serio M Di, Ledda M, Cozzolino M, Minutillo G, Tesser R, Santacesaria E. 2006. Transesterification of Soybean Oil to Biodiesel by Using Heterogeneous Basic Catalysts. *Ind. Eng. Chem. Res.* 45, 3009–3014.
- Shurtleff W, Aoyagi A. 2007. *History of Soybean Crushing: Soy Oil and Soybean Meal - Part 1*. A Chapter from the Unpublished Manuscript, History of Soybeans and Soyfoods, 1100 B.C. to the 1980s. Soyinfo Center, Lafayette, California. [http://www.soyinfocenter.com/HSS/soybean\\_crushing1.php](http://www.soyinfocenter.com/HSS/soybean_crushing1.php).

- Shurtleff W, Aoyagi A. 2004. *History of Tofu: A Chapter from the Unpublished Manuscript, History of Soybeans and Soyfoods, 1100 B.C. to the 1980s*. Soyinfo Center P.O. Box 234 Lafayette, CA 94549-0234 USA. www.soyinfocenter.com info@soyinfocenter.com
- Shurtleff W, Aoyagi A. 2011. *History of Tempeh and Tempeh Products (1815–2011): Extensively Annotated Bibliography and Sourcebook*. Soyinfo Center P.O. Box 234 Lafayette, CA 94549-0234 USA. www.soyinfocenter.com info@soyinfocenter.com
- Taylor RD, Koo WW. 2013. Outlook of the U.S. and World Corn and Soybean Industries, 2012-2022. *Agribusiness & Applied Economics Report No. 713* May 2013. Center for Agricultural Policy and Trade Studies Department of Agribusiness and Applied Economics North Dakota State University.
- Thakur M, Hurburgh CR. 2007. Quality of US Soybean Meal Compared to the Quality of Soybean Meal from other Origins. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 84,835–843.
- Thoenes P. 2007. *Soybean: International Commodity Profile*. Trade and Markets Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- USDA. 2015. *World Agriculture Supply and Demand Estimate*. United State Department of Agriculture. USA.
- Utari DM. 2010. Kandungan Asam Lemak, Zink, dan Copper pada Tempe, Bagaimana Potensinya untuk Mencegah Penyakit Degeneratif? *Gizi Indon* 33,108–115.
- USDA. 2015. *World Agricultural Supply and Demand Estimates*. WASDE – 543, July 2015. United States Department of Agriculture. NY.
- USDA. 2016. *Tepid Soybean Meal Export Demand Influenced by Lower Grain Prices. Oilseeds: World Markets and Trade*. United States Department of Agriculture. NY.
- Waggle DH, Kolar CW. 1979. Types of Soy Protein Products. In *Soy Protein and Human Nutrition di dalam* Wilke HL, Hopkins DT, Waggle DH (eds). Academic Press, New York, pp. 19–51.
- You Y-D, Shie J-L, Chang C-Y, Huang S-H, Pai C-Y, Yu Y-H, Chang C Ho. 2008. Economic Cost Analysis of Biodiesel Production: Case in Soybean Oil. *Energy & Fuels* 22, 182–189.
- Yusuf NNAN, Kamarudin SK, Yaakub Z. 2011. Overview on the Current Trends in Biodiesel Production. *Energy Conversion and Management* 52: 2741–2751.

#### Biodata :

**Tajuddin Bantacut**, lahir di Takengon 9 Oktober 1960. Pendidikan S1 Teknologi Industri Pertanian IPB, tahun 1985, S2 Environmental Engineering, *Asian Institute of Technology*, Bangkok - Thailand, tahun 1992 dan S3 *Geographical Sciences and Planning, The University of Queensland*, Australia. Tahun 1997.