

## Analisis Kapasitas Produksi Lahan Sawah untuk Ketahanan Pangan Nasional Menjelang Tahun 2045

*Analysis of Rice Field Production Capacity for National Food Security By 2045*

Anny Mulyani<sup>1,2)</sup>, Budi Mulyanto<sup>2)</sup>, Baba Barus<sup>2)</sup>, Dyah Retno Panuju<sup>2)</sup>, dan Husnain<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian

<sup>2)</sup>IPB University

\*E-mail: [anny\\_mulyani@ymail.com](mailto:anny_mulyani@ymail.com)

Diterima 31 Maret 2022, Direview 13 April 2022, Disetujui dimuat 26 April 2022, Direview oleh Indayati Lanya dan Muhrizal Sarwani

**Abstrak.** Lahan sawah di Indonesia seluas 7,463 juta ha menjadi lahan utama dalam memproduksi bahan pangan terutama beras. Di sisi lain, tekanan terhadap lahan sawah semakin besar untuk berbagai kebutuhan di luar sektor pertanian, terutama konversi lahan sawah produktif. Kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi lahan sawah berdasarkan tipologinya, memprediksi kapasitas produksi dan kebutuhan pangan (beras) menjelang tahun 2045. Kegiatan diawali dengan melakukan analisis spasial peta lahan sawah terbitan tahun 2013, 2018 dan 2019, peta penggunaan lahan dan peta lahan rawa, sehingga diperoleh peta sebaran jenis lahan sawah yaitu sawah irigasi, tadah hujan, pasang-surut dan lebak pada tingkat kabupaten. Tahapan berikutnya mengumpulkan data luas panen dan produktivitas selama 5 tahun 2015-2020, dan luas sawah tahun 2019, sehingga diperoleh data kapasitas produksi masing-masing jenis sawah. Kebutuhan pangan menggunakan data proyeksi penduduk, konsumsi dan stok pangan. Hasil identifikasi jenis sawah menunjukkan bahwa sawah irigasi sekitar 4,1 juta ha dari total sawah, sedangkan sawah tadah hujan sekitar 3,3 juta ha termasuk 0,7 juta ha pasang surut dan 0,4 juta ha lebak. Kapasitas produksi sawah irigasi dan tadah hujan terbesar berada di Pulau Jawa karena luas sawah irigasi terluas, produktivitas dan indeks pertanaman tertinggi. Namun jika konversi lahan sekitar 90.000 ha/tahun dan konsumsi beras 110 kg/tahun/kapita, ternyata kebutuhan pangan nasional belum cukup menjelang tahun 2045, meskipun upaya peningkatan produktivitas dan indeks pertanaman telah dilakukan di seluruh jenis sawah. Konversi lahan akan menjadi ancaman terbesar dalam mewujudkan ketahanan pangan berkelanjutan, sehingga perlu dukungan kebijakan pemerintah pusat dan daerah, serta pemahaman dari semua pihak untuk menekan laju konversi dan menentukan skala prioritas dalam pemanfaatan lahan sawah eksisting.

*Kata kunci: Jenis sawah/Konversi lahan/Kebutuhan pangan*

**Abstract.** Food Rice fields in Indonesia covering an area of 7.463 million ha are the main land for producing food, especially rice. On the other hand, the pressure on paddy fields is getting bigger for various needs outside the agricultural sector, especially the conversion of productive paddy fields. This study aims to identify paddy fields based on their typology, predict production capacity and food demand (rice) by 2045. The activity begins with a spatial analysis of paddy field maps published in 2013, 2018 and 2019, land use maps and swamp land maps, in order to obtain a map of the distribution of paddy fields, namely irrigated, rainfed, tidal swamps and freshwater swamps rice fields at the district level. The next stage is to collect data on harvested area and productivity for 5 years period in 2015-2020, and the area of rice fields in 2019, so that data on the production capacity of each type of rice field is obtained. Food needs use population projection data, consumption and food stocks. The results of the identification of rice fields indicate that irrigated rice fields are about 4.1 million ha of the total rice field areas, while rainfed rice fields are about 3.3 million ha including 0.7 million ha of tidal swamps and 0.4 million ha of freshwater swamps. The largest production capacity of irrigated and rainfed rice fields is in Java Island because of the widest area of irrigated rice fields, productivity and the highest cropping index. However, if the land conversion is around 90,000 ha/year and the rice consumption is 110 kg/year/capita, it turns out that the national food needs are not sufficient by 2045, although efforts to increase productivity and cropping index have been carry out in all types of rice fields. Land conversion will be the biggest threat in realizing sustainable food security, so it needs the support of central and local government policies, as well as understanding from all parties to reduce the rate of conversion and determine the priority scale in the use of existing rice fields

*Kata kunci: Types of rice field/Land conversion/Food needs*

## PENDAHULUAN

Penduduk dunia telah mencapai 7,79 milyar jiwa pada tahun 2020 dengan pertumbuhan 1,02% per tahun, dengan jumlah penduduk tertinggi China 1,44 milyar jiwa, India 1,38 milyar jiwa, USA 331,0 juta jiwa dan Indonesia 273,52 juta jiwa. Prediksi jumlah penduduk pada tahun 2045 diperkirakan akan mencapai 9,48 milyar jiwa, tertinggi India 1,62 milyar jiwa dan China 1,43 milyar jiwa, sedangkan Indonesia sekitar 325,71 juta jiwa (Roser *et al.* 2019). Semakin tinggi jumlah penduduk semakin besar kebutuhan untuk memenuhi ketahanan pangannya, termasuk Indonesia. Indonesia dengan laju pertumbuhan penduduk terakhir sekitar 1,25%/tahun (BPS 2018a dan 2021), sehingga pada setiap tahun akan ada tambahan jiwa sekitar 3,4 juta jiwa/tahun, artinya setiap tahun perlu tambahan pangan untuk memenuhi kebutuhan pangan nasional.

Ketahanan pangan adalah kemampuan dalam menyediakan pangan untuk semua orang, mudah diperoleh dengan cukup, aman dan bergizi untuk kehidupan yang aktif dan sehat (FAO 1996; Socha *et al.* 2012; Syaifullah 2013). Sedangkan berdasarkan Undang-Undang Nomor 18 tahun 2012 (Republik Indonesia 2012), ketahanan pangan adalah kondisi terpenuhinya pangan bagi negara sampai dengan perseorangan, yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan. Dalam undang-undang tersebut, yang dimaksud pangan adalah pangan pokok sebagai makanan utama sehari-hari sesuai dengan potensi sumber daya dan kearifan lokal. Pangan pokok Indonesia sebagian besar adalah beras (Zaeroni dan Rustariyuni, 2016). Oleh karena itu, dalam bahasan selanjutnya kata pangan akan diasumsikan sama dengan beras.

Beras sebagian besar dihasilkan dari lahan sawah, hanya 1,5% yang dihasilkan dari padi ladang (BPS 2021). Lahan sawah menyebar di 472 kabupaten/kota seluas 7,463 juta ha, dan sekitar 46,54% di antaranya berada di Pulau Jawa. Lahan sawah di Pulau Jawa dan kota-kota besar lainnya terancam alih fungsi lahan ke non sawah. Hal ini terlihat dari 310 kabupaten yang sudah menerbitkan Peraturan Daerah Rencana Tata Ruang Wilayah (Perda RTRW), sekitar 210 kabupaten yang tidak menatakn lahan pertanian pangan berkelanjutan,

sehingga terdapat potensi konversi lahan seluas 3,0 juta ha (Direktorat Jenderal PSP 2014; Mulyani *et al.* 2016). Laju konversi lahan sawah sekitar 110.160 ha/tahun dimana sekitar 75% beralih ke perumahan khususnya di Pulau Jawa (Sutomo 2004; Irawan 2005). Mulyani *et al.* (2016) menunjukkan alih fungsi lahan periode 2000-2012 sekitar 96.500 ha/tahun. Kajian lebih detil di beberapa daerah telah dilakukan oleh Hidayat *et al.* (2017) dan Sopanudin (2016), memperoleh luasan konversi lahan akibat pengembangan Bandara International Jawa Barat (BIJB) dan pengembangan bandara Adisucipto Yogyakarta ke lokasi baru di Kabupaten Kulon Progo, masing-masing sebesar 7.500 ha dan 4.278 ha. Konversi lahan sawah tidak hanya terjadi di Indonesia tetapi di daerah peri urban di berbagai Negara seperti di Tiongkok (Kuang *et al.* 2016; Zhou *et al.* 2021), sekitar 1,5 juta ha pada periode 2007-2016 (Fu *et al.* 2021). Munteanu *et al.* (2014) menyatakan bahwa pengembangan perkotaan dan kawasan industri merupakan faktor penyebab utama terkonversinya lahan pertanian. Faktanya di Indonesia pengembangan perekonomian di berbagai bidang, politik dan kebijakan pemerintah, baik di tingkat nasional, maupun provinsi dan kabupaten mempengaruhi laju dan arah konversi lahan pertanian tersebut.

Alih fungsi lahan cenderung sulit dikendalikan meskipun telah ada Undang-Undang Nomor 41 tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (Republik Indonesia 2009). Upaya pemerintah terus dilakukan dengan terbitnya Peraturan Presiden Nomor 59 tahun 2019 tentang Pengendalian Alih Fungsi Lahan (Republik Indonesia 2019). Tujuan dari Peraturan Presiden tersebut di antaranya mempercepat penyediaan peta lahan sawah yang dilindungi, mengendalikan alih fungsi lahan, memberdayakan petani agar tidak mengalihfungsikan lahan dan menyediakan data lahan sawah sebagai bahan penetapan lahan pertanian pangan berkelanjutan (Republik Indonesia 2019).

Selain alih fungsi lahan, tantangan lainnya untuk memenuhi pangan adalah adanya penurunan kualitas lahan sawah (*levelling off*) (Nursyamsi 2017) dan adanya perubahan iklim global yang ditandai dengan makin seringnya kejadian banjir dan kekeringan (Syahbuddin *et al.* 2015; Surmaini *et al.* 2020), intrusi air laut dan peningkatan muka air laut (Sukarman *et al.* 2018). Meskipun demikian, DePaula (2020) menyatakan bahwa dampak pemanasan global ini terhadap sektor pertanian sangat bervariasi tergantung dari iklim, teknologi dan kapasitas beradaptasi masyarakat.

Tantangan lain adalah adanya fragmentasi kepemilikan lahan akibat adanya budaya bagi waris sehingga meningkatkan jumlah petani gurem dengan kepemilikan sawah kurang 0,5 ha (Susilowati dan Maulana 2012). Tantangan tersebut dapat mengancam ketahanan pangan nasional, seiring dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk Indonesia. Oleh karena itu, kapasitas produksi lahan sawah yang ada perlu dianalisis secara rinci untuk memperoleh gambaran lahan sawah yang tersedia, serta kondisi lahan sawah menjelang tahun 2045, kecukupannya untuk memenuhi kebutuhan konsumsi pangan dan alternatif solusinya.

### PENYUSUNAN PETA JENIS SAWAH

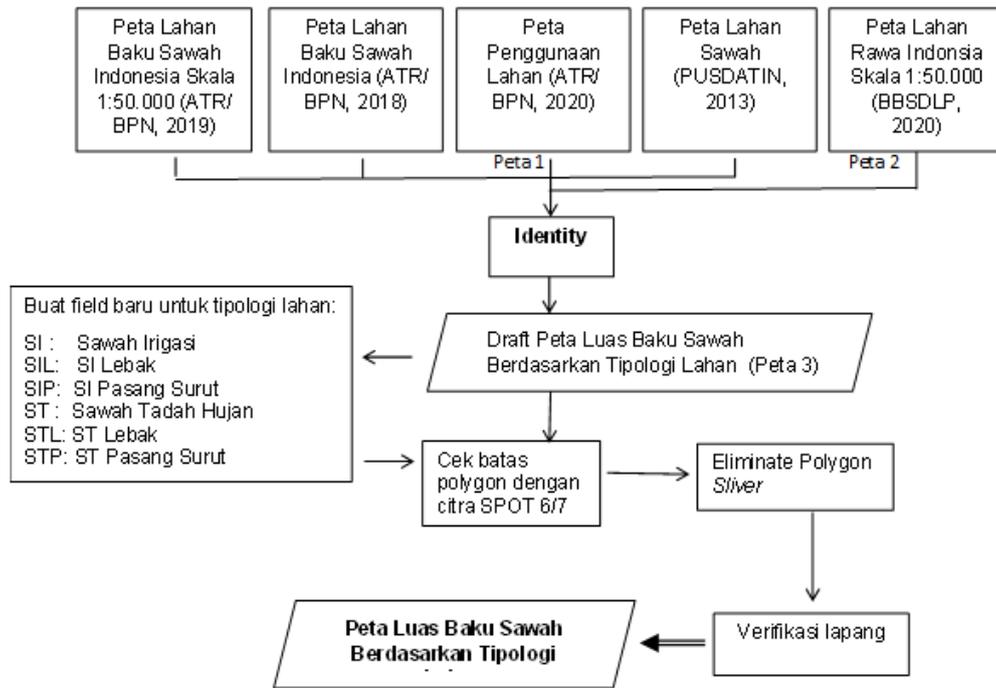
Peta jenis sawah disusun dengan menggunakan data dasar berupa data spasial luas baku sawah dari Badan Pertanahan Nasional (BPN) dari beberapa tahun terbitan (BPN 2018; BPN 2019; BPN 2020) dan Pusdatin (2013). Keempat sumber data spasial lahan sawah tersebut dilakukan penapisan (*overlayed*) untuk saling mengisi atribut jenis sawah irigasi dan tadah hujan, sehingga tidak ada poligon yang kosong tanpa atribut. Hasilnya diperoleh sebaran jenis sawah irigasi dan sawah tadah hujan untuk seluruh Indonesia (Peta jenis 1). Sedangkan untuk mengisi atribut lahan sawah rawa pasang surut dan sawah rawa lebak, digunakan peta spasial lahan rawa yang berisi informasi rawa lebak dan rawa pasang surut (Ritung *et al.* 2020) (Peta jenis 2). Widjaya Adhi *et al.* (1992) dan Subagyo (1997) mendefinisikan lahan rawa sebagai lahan yang menempati posisi peralihan di antara daratan dan sistem perairan. Peta spasial lahan rawa (Ritung *et al.* 2020) mengelompokkan landform group marin (kecuali teras marin, *coral reef*, dan karang penghalang) dan grup fluvio marin menjadi lahan rawa pasang surut, sedangkan grup alluvial seperti depresi aluvial, dataran banjir sungai meander, tanggul sungai meander, dataran danau resen, dimasukkan ke dalam lahan rawa lebak. Hasil penapisan antara Peta jenis 1 dengan Peta jenis 2, diperoleh 6 jenis lahan sawah berdasarkan tipologi lahannya yaitu: sawah irigasi, sawah irigasi lebak, sawah irigasi pasang surut, sawah tadah hujan, sawah tadah hujan lebak dan sawah tadah hujan pasang surut, sehingga menghasilkan Peta jenis 3.

Pada Peta jenis 3 ini masih ditemukan poligon landform rawa pasang surut atau lebak yang memotong hamparan atau petakan sawah. Oleh karena itu, diperlukan langkah selanjutnya untuk pengecekan batas

masing-masing poligon dengan menggunakan citra satelit resolusi tinggi mosaik SPOT 6/7 tahun 2019 (LAPAN 2020), untuk mendapatkan peta jenis sawah sesuai dengan kenampakan hamparan sawah di citra dan untuk menghindari kesalahan dalam pengkelasan jenis sawah. Diagram alir proses penyusunan peta jenis lahan sawah disajikan pada Gambar 1. Hasil akhir dari proses ini adalah sebaran jenis lahan sawah untuk setiap kabupaten, yang akan digunakan untuk menghitung kapasitas produksi pada setiap jenis sawah.

Berdasarkan hasil penapisan peta-peta tersebut ternyata batas poligon tidak selaras dengan kenampakan jenis sawah di citra. Hal ini terjadi karena penentuan lahan rawa delineasinya berdasarkan landform dan bentukan lahan, yang kurang memperhatikan penggunaan lahan atau kenampakan lahan sawah di lapangan, sehingga dalam 1 petakan sawah terbagi menjadi 2 jenis sawah yaitu sawah irigasi dan pasang surut atau lebak. Gambar 2 memberikan ilustrasi bagaimana proses reevaluasi batas poligon dilakukan dengan memperhatikan kenampakan dan petakan sawah dari citra SPOT 6/7 yang diterbitkan pada tahun 2019, dilakukan secara visual, lokasi di Desa Pasirukem, Kecamatan Cimalaya, Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat. Proses reevaluasi ini cukup banyak terutama pada wilayah yang berbatasan antara lahan rawa dan non rawa di seluruh jenis sawah di Indonesia.

Berdasarkan hasil pengukuran daya hantar listrik (DHL) dengan alat EC-meter di lapangan dan hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa lahan sawah yang mempunyai irigasi teknis umumnya mempunyai DHL yang lebih rendah dari 1 dS/m (Mulyani *et al.* 2021). Berdasarkan kriteria kelas DHL < 1 dS/m termasuk sangat rendah, 1-2 dS/m rendah, 2-3 dS/m sedang, 3-4 dS/m tinggi dan > 4 dS/m sangat tinggi (Eviati dan Sulaeman 2009; Rachman *et al.* 2018). Jadi, meskipun menurut klasifikasi landform lahan sawah tersebut termasuk ke dalam marin atau fluvio marin, namun karena penggunaan lahannya sudah menjadi sawah irigasi teknis secara terus menerus, sehingga pengaruh arus pasang air laut tidak berdampak ke dalam lahan sawah. Hal ini terlihat dari hasil pengukuran DHL di pantai utara Kabupaten Subang, dimana tidak semua landform marin atau fluvio marin mempunyai tanda-tanda sebagai pasang surut. DHL > 1,0 dS/m berada dekat dengan tambak yang mempunyai DHL berkisar 4-8 dS/m (Mulyani *et al.* 2021; Sulaeman *et al.* 2019).



Gambar 1. Diagram alir penyusunan peta jenis lahan sawah  
 Figure 1. Flowchart for compiling a map of paddy fields



Sebelum reevaluasi (warna kuning adalah sawah irigasi, hijau adalah sawah pasang surut), warna putih fasilitas umum

Sesudah reevaluasi (warna kuning adalah sawah irigasi, hijau adalah sawah pasang surut), warna putih fasilitas umum

Gambar 2. Contoh proses pengecekan batas poligon masing-masing jenis sawah dengan menggunakan citra SPOT 6/7 di Desa Pasirukem, Kecamatan Cimalaya, Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat. Warna kuning adalah sawah irigasi, hijau adalah sawah pasang surut, dan warna putih adalah fasilitas umum (pemukiman jalan dan saluran irigasi).

Figure 2. Example of the process of checking the polygon boundaries of each type of rice field using SPOT 6/7 imagery in Pasirukem Village, Cimalaya District, Karawang Regency, West Java Province. Yellow color is irrigated rice fields, green is tidal rice fields, and white color is public facilities (settlement, roads and irrigation canals).

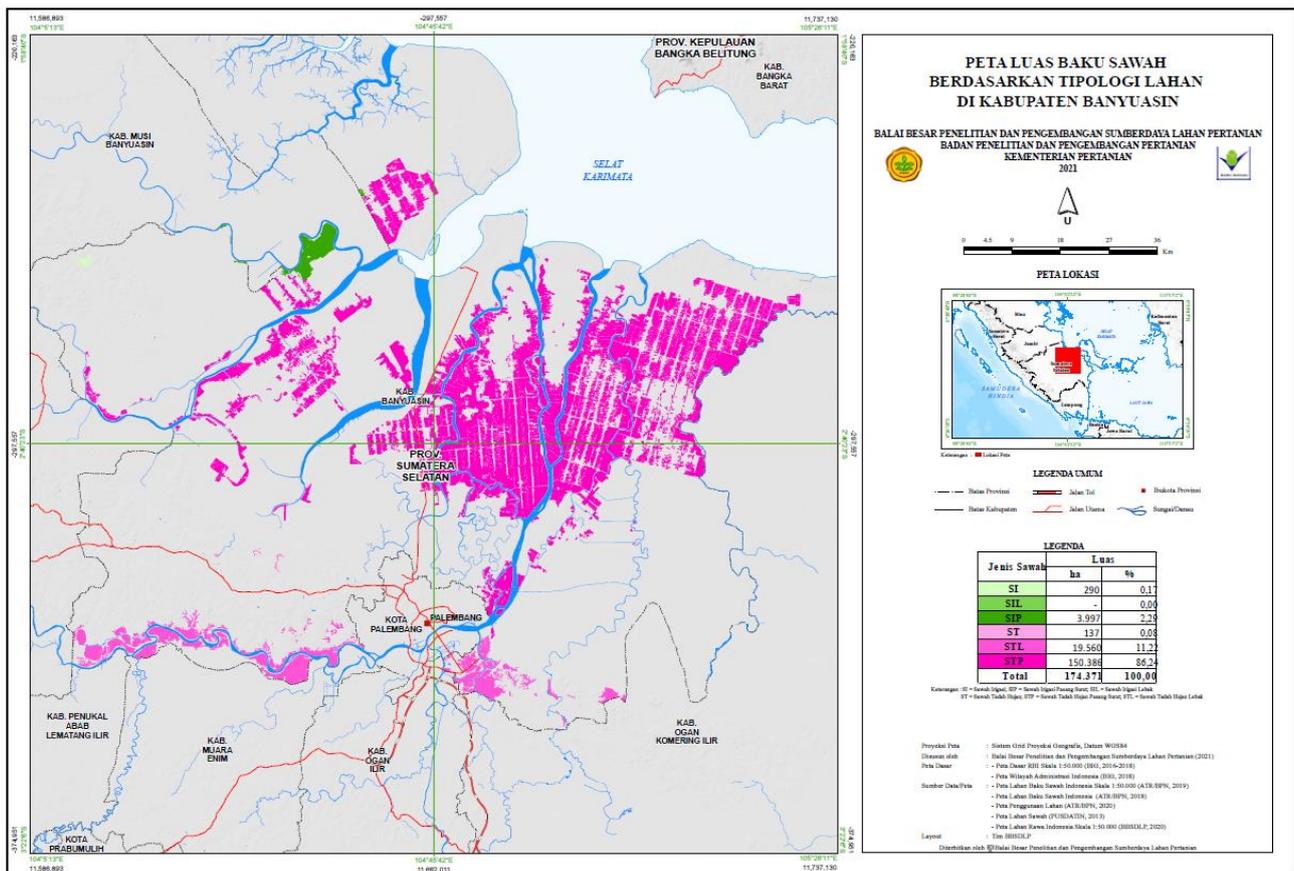
Berdasarkan hasil penapisan dan verifikasi lapangan pada tahun 2021 di beberapa lahan sawah yang ada rawanya yaitu di Provinsi Lampung, Banten, Jawa Barat, Sumatera Selatan, Kalimantan Barat dan Sulawesi Tengah menunjukkan sebaran jenis lahan sawah seperti disajikan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan sebaran jenis sawah di masing-masing provinsi. Sawah irigasi dan tadah hujan terluas berada di Pulau Jawa terutama di Provinsi Jawa Timur, Jawa Barat dan Jawa Tengah, sedangkan di luar Pulau Jawa terluas berada di Provinsi Sulawesi Selatan. Basisdata sebaran jenis sawah disajikan pada tingkat kabupaten, digunakan untuk menghitung kapasitas produksi. Tabel 1 menunjukkan bahwa sawah irigasi pasang surut dan lebak luasannya kecil, sehingga untuk perhitungan kapasitas produksi sawah irigasi pasang surut digabung dengan sawah tadah hujan pasang surut, demikian juga yang lebak. Oleh karena itu, hanya ada 4 jenis lahan sawah, yaitu sawah irigasi, tadah hujan, lebak dan pasang surut. Gambar 3 menyajikan contoh peta jenis lahan sawah di Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan, yang didominasi oleh sawah tadah hujan pasang surut.

## TINGKAT PRODUKTIVITAS DAN INDEKS PERTANAMAN JENIS LAHAN SAWAH

### Produktivitas Jenis Lahan Sawah

Produktivitas padi sawah (ku/ha atau t/ha) untuk masing-masing kabupaten selama periode 5 tahun terakhir 2014/2015-2019/2020, diambil dari basisdata Kementerian Pertanian (2021) dengan link <https://aplikasi2.pertanian.go.id/bdsp>.

Data produktivitas masing-masing kabupaten tersebut digunakan untuk 2 tujuan, yaitu (1) untuk menentukan produktivitas jenis sawah pada kabupaten tersebut dan (2) untuk menghitung tingkat produktivitas jenis sawah pada tingkat nasional. Untuk tujuan pertama, setiap kabupaten diberi atribut dengan jenis sawah paling luas. Sebagai contoh untuk Kabupaten Karawang, lahan sawah irigasi seluas 70.625 ha, sawah tadah hujan 5.086 ha, dan sawah irigasi pasang surut 26.249 ha, sehingga produktivitas Kabupaten Karawang sebesar 5,93 t/ha akan digunakan untuk mewakili jenis lahan sawah irigasi. Contoh lainnya untuk Kabupaten Barito Kuala berupa lebak 14.834 ha dan pasang surut 56.856 ha, maka kabupaten tersebut



Gambar 3. Sebaran jenis sawah di Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan  
*Figure 3. Distribution of rice fields in Banyuasin Regency, South Sumatra Province*

Tabel 1. Hasil penapisan sebaran jenis lahan sawah di masing-masing provinsi di Indonesia

Table 1. Distribution of rice fields in each province in Indonesia

Provinsi	Sawah Irigasi			Sawah Tadah Hujan			Luas (ha)
	Non Rawa	Pasang Surut	Lebak	Non Rawa	Pasang Surut	Lebak	
Aceh	79.937	28.860	8.034	65.188	23.477	8.5000	213.998
Bengkulu	34.600	135	1.721	13.687	697	-	50.840
Jambi	18.764	3.587	6.205	12.366	13.003	14.425	68.349
Kep. Babel	10.806	5.523	766	4.279	1.028	-	22.402
Kep Riau	152	4	157	902	116	63	1.394
Lampung	142.164	4.727	12.766	113.431	39.171	49.439	361.699
Riau	1.852	3.677	3.281	6.435	38.511	8.932	62.689
Sumatera Barat	100.554	2.930	12.449	73.067	1.489	3.792	194.282
Sumatera Selatan	75.003	20.515	14.369	33.941	191.177	135.597	470.602
Sumatera Utara	171.746	31.151	15.373	51.074	32.210	7.113	308.667
Banten	127.742	6.476	794	65.629	3.695	-	204.335
D.I. Yogyakarta	42.565	408	-	33.294	6	-	76.273
DKI Jakarta	319	-	-	75	19	-	414
Jawa Timur	690.868	6.061	-	511.561	6.419	-	1.214.909
Jawa Barat	583.923	88.585	16.901	233.428	3.130	2.251	928.218
Jawa Tengah	675.009	42.572	7.281	304.073	20.246	479	1.049.661
Kalimantan Barat	14.110	15.990	369	95.867	101.579	15.057	242.972
Kalimantan Selatan	11.274	8.501	14.207	59.065	87.421	110.677	291.145
Kalimantan Tengah	-	-	-	10.522	76.439	49.526	136.486
Kalimantan Timur	14.723	6.370	239	11.140	6.960	1.974	41.406
Kalimantan Utara	220	103	135	6.655	3.894	915	11.922
Gorontalo	11.571	149	3.370	11.794	338	5.834	33.056
Sulawesi Barat	18.242	275	1.042	18.632	60	1.234	39.485
Sulawesi Selatan	368.119	21.162	6.712	250.643	7.276	907	654.818
Sulawesi Tengah	87.604	3.026	7.087	13.762	604	4.745	116.828
Sulawesi Tenggara	46.406	648	1.247	31.407	983	1.425	82.117
Sulawesi Utara	28.242	555	2.978	12.572	2.019	677	47.043
Bali	66.009	396	-	4.569	22	-	70.996
NTB	125.055	1.190	654	105.680	1.624	340	234.542
NTT	90.803	3.995	-	59.938	785	-	155.521
Maluku	13.591	119	-	4.574	-	-	18.283
Maluku Utara	7.798	14	-	5.644	86	-	13.542
Papua	1.841	-	1.337	4.883	3.897	24.237	36.195
Papua Barat	4.801	106	-	3.380	111	461	8.860
<b>Total</b>	<b>3.666.415</b>	<b>307.811</b>	<b>139.476</b>	<b>2.233.156</b>	<b>668.492</b>	<b>448.600</b>	<b>7.463.950</b>

Sumber: BPN (2018), BPN (2019), BPN (2020), Pusdatin (2013), Ritung *et al.* (2020), data diolah dan dilakukan verifikasi lapangan

dikelompokkan mewakili sawah pasang surut dengan produktivitas sebesar 3,85 t/ha. Untuk tujuan kedua, data produktivitas jenis sawah pada tingkat kabupaten tersebut digunakan untuk menghitung rata-rata produktivitas pada tingkat nasional. Hasil penghitungan dan pengelompokan produktivitas jenis sawah pada tingkat nasional disajikan pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa jenis sawah mengalami penggabungan antara sawah irigasi pasang surut dengan sawah tadah hujan pasang surut dan sawah irigasi lebak dengan sawah tadah hujan lebak, tidak seperti pada Tabel 1, hal ini dilakukan karena sawah irigasi pasang surut dan sawah irigasi lebak sebarannya relatif kecil.

Tabel 2 menunjukkan bahwa dari 511 kabupaten/kota, sekitar 472 kabupaten/kota yang memiliki sawah, berturut-turut 176, 225, 31, dan 46 kabupaten/kota mewakili untuk sawah irigasi, sawah tadah hujan, sawah lebak dan sawah pasang surut. Tahap selanjutnya adalah menghitung rata-rata dan standar deviasi produktivitas padi, yang angkanya digunakan untuk menghitung potensi peningkatan kapasitas produksi. Tabel tersebut juga memperlihatkan bahwa sawah irigasi terluas berada di Pulau Jawa sekitar 64,9% dari total sawah irigasi yang menyebar di 79 kabupaten/kota. Terluas berikutnya berada di Pulau Sumatera (16,1%) dan Pulau Sulawesi (14,0%). Lahan sawah irigasi di Pulau Kalimantan luasannya relatif sedikit dibandingkan lahan sawah pasang surut atau lebak, sehingga dalam pengelompokan jenis sawah dikalahkan oleh sawah yang mendominasi yaitu sawah pasang surut dan lebak. Sawah tadah hujan terluas berada di Pulau Jawa, Sumatera dan Sulawesi. Sawah lebak dan pasang surut terluas berada di Pulau Sumatera dan Kalimantan. Sawah lebak dan pasang surut sebarannya hanya 5,9% dan 10,8% dari total sawah Indonesia 7,463 juta ha.

Variasi tingkat produktivitas pada setiap jenis lahan sawah dan pada setiap pulau nampak jelas pada tabel tersebut. Produktivitas tertinggi berada di Pulau Jawa untuk semua jenis sawah. Sebaran lahan sawah di Pulau Jawa umumnya termasuk sawah irigasi meskipun landform-nya termasuk ke lahan pasang

surut, karena lahan tersebut telah diirigasi selama puluhan tahun, sehingga produktivitas tetap tinggi. Berbeda dengan jenis sawah pasang surut dan sawah lebak yang berada di Pulau Sumatera atau Kalimantan, jenis lahan sawah pasang surut masih betul-betul terpengaruh oleh pasang surut air laut, hanya sedikit yang telah memiliki saluran irigasi teknis sehingga produktivitasnya lebih rendah dan indeks pertanamannya masih rendah dibandingkan sawah di Pulau Jawa.

### Indeks Pertanaman Jenis Lahan Sawah

Indeks pertanaman (IP) dihitung dari luas panen tahun 2020 (BPS 2021) dibagi dengan luas baku sawah (BPN 2019). Data indeks pertanaman tidak bisa dihitung dari periode 5 tahun, karena luas baku sawah hanya tersedia pada tahun 2019. Pengelompokan atribut jenis sawah pada masing-masing kabupaten caranya sama dengan yang digunakan pada penetapan produktivitas jenis sawah. Hasil pengelompokan dan perhitungan indeks pertanaman masing-masing jenis sawah disajikan pada Tabel 3. Tabel tersebut menunjukkan bahwa meskipun termasuk lahan sawah irigasi, namun rata-rata indeks pertanaman belum mencapai 2, artinya bahwa tidak semua lahan sawah irigasi dapat ditanami 2 kali dalam setahun. Angka indeks pertanaman tersebut akan digunakan untuk menghitung kapasitas produksi di masing-masing jenis lahan sawah.

Tabel 2. Sebaran jenis lahan sawah, luas dan rata-rata produktivitasnya setiap pulau  
*Table 2. Distribution of rice fields, area and average productivity for each island*

Pulau	Sawah Irigasi			Sawah Tadah Hujan			Sawah Lebak			Sawah Pasang Surut		
	Kab	Luas	Rata2 hasil	Kab	Luas	Rata2 hasil	Kab	Luas	Rata2 hasil	Kab	Luas	Rata2 hasil
Sumatera	57	647.279	4,91±1,02	58	436.254	4,39±0,96	17	259.923	4,38±0,85	18	411.466	4,41±0,92
Jawa	79	2.609.210	5,65±0,54	34	853.223	5,35±0,87	-	-	-	3	11.377	5,28±0,29
Nusa Tenggara & Bali	12	189.766	5,76±0,92	29	271.289	4,11±0,94	-	-	-	-	-	-
Kalimantan	-	-	-	28	197.507	3,18±0,64	10	142.841	3,15±1,42	18	383.584	3,36±0,56
Sulawesi	24	561.734	4,53±0,63	50	408.216	4,38±0,89	2	3.398	5,21±0,39	-	-	-
Maluku & Papua	4	14.965	3,84±0,64	26	29.210	3,15±1,25	2	32.663	-	1	42	-
Indonesia	176	4.022.955	5,22±0,91	225	2.195.699	4,2±1,15	31	438.825	4,01±1,19	40	806.469	3,99±0,95

Keterangan: Batas administrasi kabupaten (BIG 2018), luas baku sawah (BPN 2019), produktivitas (Kementan 2021 dan BPS 2021)

Tabel 3. Sebaran jenis lahan sawah, luas dan rata-rata indeks pertanaman per pulau

Table 3. Distribution of rice fields, area and average cropping index for each island

Pulau	Sawah Irigasi			Sawah Tadah Hujan			Sawah Lebak			Sawah Pasang Surut		
	Kab	Luas	Rata2 hasil	Kab	Luas	Rata2 hasil	Kab	Luas	Rata2 hasil	Kab	Luas	Rata2 hasil
Sumatera	57	647.279	1,44±0,42	58	436.254	1,08±0,48	17	259.23	1,18±0,53	18	411.466	1,13±0,3
Jawa	79	2.609.210	1,51±0,42	34	853.223	1,28±0,49	-	-	-	3	11.377	1,64±0,72
Nusa Tenggara & Bali	12	189.766	1,31±0,23	29	271.289	1,74±2,57	-	-	-	-	-	-
Kalimantan	-	-	-	28	197.507	1,25±0,71	10	142.841	0,93±0,52	18	383.584	1,29±0,41
Sulawesi	24	561.734	1,58±0,42	50	408.216	1,2±0,46	2	3.398	1,53±0,42	-	-	-
Maluku & Papua	4	14.965	0,85±0,68	26	29.210	0,54±0,55	2	32.663	1,37±0,33	1	42	-
Indonesia	176	4.022.955	1,47±0,43	225	2.195.699	1,18±1,08	31	438.825	1,13±0,52	40	806.469	1,25±0,40

Keterangan: Batas adminstrasi kabupaten (BIG 2018), luas baku sawah (BPN 2019), produktivitas (Kementan 2021 dan BPS 2021)

Hasil rata-rata produktivitas dan indeks pertanaman pada masing-masing jenis sawah pada tingkat nasional digunakan dalam perhitungan kapasitas produksi dan proyeksi kapasitas produksi menjelang tahun 2045.

**PROYEKSI KAPASITAS PRODUKSI DAN KEBUTUHAN PANGAN**

**Kapasitas Produksi**

Kapasitas produksi tingkat kabupaten dihitung berdasarkan jenis lahan sawah yaitu lahan sawah irigasi, tadah hujan, pasang surut, lebak. Setiap kabupaten mewakili jenis sawah masing-masing. Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$KP = \sum(A_{i,t,p,l} \times I_{i,t,p,l} \times Y_{i,t,p,l})$$

dimana,

KP = kapasitas produksi (ton GKG)

$A_{i,t,p,l}$  = luas baku lahan sawah (i : irigasi, t : tadah hujan, p : pasang surut, l : lebak) (ha)

$I_{i,t,p,l}$  = indeks pertanaman dalam setahun (luas panen dibagi luas baku) di lahan sawah (i : irigasi, t : tadah hujan, p : pasang surut, l : lebak)

$Y_{i,t,p,l}$  = produktivitas (ton/ha) (i : irigasi, t : tadah hujan, p : pasang surut, l : lebak)

Indeks pertanaman menggunakan perhitungan luas panen dibagi dengan luas baku dari masing-masing kabupaten (BPS 2019; 2020). Masing-masing kabupaten sudah dipilah berdasarkan jenis sawah dominan di kabupaten tersebut, sehingga 1 kabupaten memiliki 1

jenis sawah dominan dan 1 data produktivitas, karena data produktivitas hanya ada 1 angka per kabupaten.

Kapasitas produksi dihitung berdasarkan rumus luas jenis sawah dikalikan dengan indeks pertanaman dan produktivitas (Mulyani dan Hidayat 2009) pada masing-masing kabupaten. Produktivitas dan indeks pertanaman setiap jenis sawah mengikuti rata-rata nasional jenis sawah seperti disajikan pada Tabel 2 dan 3. Berdasarkan perhitungan tersebut kapasitas produksi pada tahun 2020 sebesar 54,97 juta ton gabah kering giling (GKG), dengan asumsi luas baku sawah seluas 7,463 juta ha yang dirinci sesuai jenis lahan sawahnya setiap kabupaten.

Sebaran luas dan tipe jenis sawah menunjukkan pengaruh yang besar terhadap kapasitas produksi, yang terlihat dari hubungan jenis sawah dengan kapasitas produksi, sebagai berikut:

Tabel 4. Parameter Estimates

Variable	DF	Estimate	Error	,5	
				t	Pr >  t
				Value	
Intercept	1	-12288	3422.47720	-3,59	0,0004
x1	1	10,22079	0,22416	45,60	<0,0001
x2	1	6,73337	0,30557	22,04	<0,0001
x3	1	5,90036	0,32647	18,07	<0,0001
x4	1	4,01179	0,32647	5,86	<0,0001

Persamaan regresi:

$$Y = -12.288 + 10,22X1 + 6,73X2 + 5,90X3 + 4,01X4$$

$$R^2 = 0,9018$$

Dimana: Y = kapasitas produksi

X 1 = sawah irigasi

X2 = sawah tadah hujan

X3 = psang surut

X4 = sawah lebak

Persamaan regresi tersebut menunjukkan bahwa sawah irigasi yang ada saat ini berpengaruh sangat besar terhadap kapasitas produksi nasional, alih fungsi lahan sawah 1 ha sawah maka kapasitas produksi akan berkurang 10,2 ton gabah kering giling.

### Proyeksi Kapasitas Produksi Dan Kebutuhan Pangan Menjelang Tahun 2045

Untuk menghitung kapasitas produksi menjelang tahun 2045 maka digunakan data luas panen dan produktivitas yang telah diterbitkan resmi oleh Badan Pusat Statistik tahun 2020 (BPS 2021), sedangkan luas baku dan jenis sawah menggunakan data BPN (2019) dan hasil pemilahan jenis sawah. Hasil perhitungan kapasitas produksi pada tahun 2020 sebagai titik awal tahun proyeksi sebesar 54,9 juta ton gabah kering giling. Untuk menghitung proyeksi kapasitas produksi menjelang tahun 2045 akan diasumsikan laju konversi lahan dengan beberapa skenario, yaitu sekitar 90.000 ha/tahun, dapat ditekan lajunya menjadi 60.000 ha/tahun dan 30.000 ha/tahun, serta peningkatan produktivitas dan indeks pertanaman (Tabel 5).

Sedangkan untuk menghitung kebutuhan pangan diawali dengan menghitung proyeksi jumlah penduduk dari tahun 2020-2045, konsumsi per kapita, dan kebutuhan beras menjelang tahun 2045 dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{KN} &= \text{kebutuhan pangan} + (\text{stok} + \text{pangsa ekspor}) \\ &= (P \times K) + 0,15 (P \times K) \end{aligned} \quad [2]$$

dimana,

KN = kebutuhan pangan (ton beras)

P = proyeksi jumlah penduduk (jiwa), 325 juta pada tahun 2045

K = konsumsi per kapita menurun proporsional dari 110 ke 95 kg/kapita (BPS 2017).

Dalam menghitung kebutuhan pangan, digunakan proyeksi jumlah penduduk dari tahun 2020 sampai tahun 2045 (Roser *et al.* 2019), mempertimbangkan stok dan pangsa ekspor yaitu sebesar 15% dari total kebutuhan konsumsi beras (BPS 2020). Sedangkan untuk laju penurunan konsumsi per kapita berdasarkan kajian BPS (2017) tahun 2012-2017

menunjukkan rata-rata penurunan 0,05%/tahun, sehingga dapat diperhitungkan pada kondisi konsumsi per kapita tetap di 110 kg/kapita dan turun menjadi 95 kg/kapita menjelang tahun 2045.

Tabel 5 menyajikan beberapa skenario untuk meningkatkan produksi dan memenuhi kebutuhan pangan. Skenario 1 sampai 3 jika alih fungsi lahan tetap 90.000 ha/tahun (90K), bisa diturunkan menjadi 60.000 (60K) dan 30.000 ha/tahun (30K) secara flat dari tahun 2021 sampai 2045. Skenario 4 sampai 6 jika produktivitas ditingkatkan sebesar standar deviasi masing-masing jenis sawah, yaitu 0,91 untuk sawah irigasi, 1,15 untuk sawah tadah hujan, 1,19 untuk sawah rawa lebak, dan 0,95 ton/ha untuk sawah pasang surut. Sedangkan skenario 7 sampai 9 jika indeks pertanaman yang ditingkatkan sebesar standar deviasi masing-masing jenis sawah yaitu 0,43 untuk sawah irigasi, 1,08 untuk sawah tadah hujan, 0,52 untuk sawah rawa lebak, dan 0,40 untuk sawah pasang surut. Sedangkan scenario 10 sampai 12 jika peningkatan produksi diperoleh dari peningkatan produktivitas dan indeks pertanaman. Masing-masing skenario tetap pada posisi konversi lahan 90.000 ha/tahun, 60.000 ha/tahun dan 30.000 ha/tahun untuk tahun 2021 sampai 2045.

Tabel 6 menyajikan kapasitas produksi jika alih fungsi lahan tetap 90.000 ha/tahun, kemudian alih fungsi lahan ditekan setiap tahun selama 25 tahun sehingga menjadi 60.000 ha/tahun atau 30.000 ha/tahun menjelang tahun 2045. Skenario tersebut menunjukkan bahwa alih fungsi lahan dengan laju 90.000 ha/tahun dapat menurunkan kapasitas produksi dari 54,97 juta ton menjadi 38,4 juta ton atau turun 16,6 juta ton GKG. Jika menjelang tahun 2045, alih fungsi lahan bisa ditekan menjadi 60.000 (laju penurunan 1.200 ha/tahun) atau 30.000 ha/tahun (laju penurunan 2.400 ha/tahun), maka penurunan kapasitas produksi sebesar 13,9 juta ton dan 11,3 juta ton GKG. Sedangkan kebutuhan pangan terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk yang mencapai 325 juta jiwa pada tahun 2045. Jika tidak ada upaya untuk peningkatan produksi melalui peningkatan produktivitas dan indeks pertanaman ataupun pencetakan sawah baru, maka kekurangan gabah atau beras berturut-turut sebesar 17,74; 15,09; 12,44 juta ton

GKG atau setara dengan 11,36; 9,66 dan 7,96 juta ton beras (BPS 2018b).

Tabel 7 menyajikan skenario alih fungsi lahan sebesar 60.000 ha/tahun (berkurang 30.000 ha) atau sebesar 30.000 ha/tahun (berkurang 60.000 ha) sejak tahun 2021 sampai 2045, sehingga penurunan kapasitas produksi hanya 11,05 juta ton GKG dan 4,42 juta ton GKG, sehingga kebutuhan tambahan produksi hanya 10,01 dan 5,52 juta ton GKG, jauh lebih rendah dibandingkan Tabel 6. Demikian juga kebutuhan tambahan produksi jika konversi lahan 90.000; 60.000 dan 30.000 ha/tahun berturut-turut sebesar 17,74; 12,22 dan 5,69 juta ton GKG. Apabila dalam kondisi

konsumsi per kapita tidak menurun dan tetap berada di 110 kg/tahun maka kebutuhan tambahan produksi jauh lebih besar yaitu 25,9; 20,38 dan 14,85 juta ton GKG.

Hal ini menunjukkan bahwa pengendalian alih fungsi lahan sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan mempertahankan ketahanan pangan nasional.

Salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan tambahan produksi adalah dengan peningkatan produktivitas dan atau indeks pertanaman. Tabel 8 menyajikan hasil perhitungan kebutuhan pangan, kapasitas produksi, dan kebutuhan tambahan produksi

Tabel 5. Skenario pengurangan laju konversi, peningkatan produktivitas dan indeks pertanaman untuk menghitung kapasitas produksi menjelang tahun 2045

Table 5. Scenarios of reducing conversion rate, increasing productivity and cropping index to calculate production capacity by 2045

Skenario	Konversi	Peningkatan produktivitas	Peningkatan IP	Peningkatan produktivitas dan indeks pertanaman	
1	KP_90				
2	KP_60				
3	KP_30				
4	KP_90	Irigasi	0,9		
		Tadah hujan	1,15		
		Pasang surut	0,95		
		Lebak	0,95		
5	KP_60	Irigasi	0,9		
		Tadah hujan	1,15		
		Pasang surut	0,95		
		Lebak	0,95		
6	KP_30	Irigasi	0,9		
		Tadah hujan	1,15		
		Pasang surut	0,95		
		Lebak	0,95		
7	KP_90		Irigasi	0,43	
			Tadah hujan	1,08	
			Pasang surut	0,4	
			Lebak	0,52	
8	KP_60		Irigasi	0,43	
			Tadah hujan	1,08	
			Pasang surut	0,4	
			Lebak	0,52	
9	KP_30		Irigasi	0,43	
			Tadah hujan	1,08	
			Pasang surut	0,4	
			Lebak	0,52	
10	KP_90			Irigasi	0,9
				Tadah hujan	1,15
				Pasang surut	0,95
				Lebak	0,95
11	KP_60			Irigasi	0,9
				Tadah hujan	1,15
				Pasang surut	0,95
				Lebak	0,95
12	KP_30			Irigasi	0,9
				Tadah hujan	1,15
				Pasang surut	0,95
				Lebak	0,95

Tabel 6. Kebutuhan pangan dan kapasitas produksi jika alih fungsi lahan 90, menurun bertahap menjadi 60 dan 30 ribu ha/tahun menjelang tahun 2045

Table 6. Food demand and production capacity if land conversion is 90, it will decrease gradually to 60 and 30 thousand ha/year by 2045

Tahun	KB	KP_90	KP_60	KP_30
2020	54,00	54,97	54,97	54,97
2025	55,24	51,66	51,75	51,83
2030	56,07	48,34	48,74	49,14
2035	56,50	45,03	45,96	46,88
2040	56,52	41,71	43,39	45,07
2045	56,14	38,40	41,05	43,70
Penurunan kapasitas produksi (ton GKG)		16,57	13,92	11,27
Kebutuhan tambahan produksi (ton GKG)		17,74	15,09	12,44

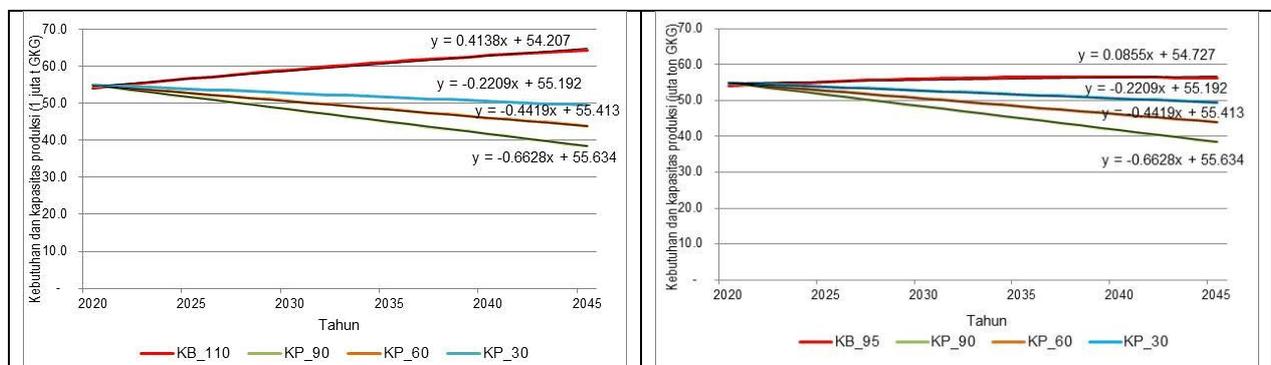
Keterangan : KB = Kebutuhan pangan (asumsi konsumsi per kapita menurun dari 110 ke 95 kg beras/tahun), KP\_90 = kapasitas produksi jika konversi 90.000 ha/tahun, KP\_60 = kapasitas produksi jika konversi diturunkan 1.200 ha/tahun dari 90.000 menjadi 60.000 ha/tahun menjelang tahun 2045, KP\_30 = kapasitas produksi jika konversi diturunkan 2.400 ha/tahun dari 90.000 menjadi 30.000 ha/tahun menjelang tahun 2045

Tabel 7. Kebutuhan pangan dan kapasitas produksi jika alih fungsi lahan 90, menurun menjadi 60 dan 30 ribu ha/tahun sejak tahun 2021 sampai 2045

Table 7. Food demand and production capacity if land conversion is 90, it will decrease to 60 and 30 thousand ha/year from 2021 to 2045

Tahun	KB	KP_90	KP_60	KP_30
2020	54,00	54,97	54,97	54,97
2025	55,24	51,66	52,76	53,87
2030	56,07	48,34	50,55	52,76
2035	56,50	45,03	48,34	51,66
2040	56,52	41,71	46,13	50,55
2045	56,14	38,40	43,92	49,45
Penurunan Kapasitas Produksi (ton GKG)		16,57	11,05	5,52
Kebutuhan tambahan produksi (ton GKG)		17,74	12,22	6,69

Keterangan : KB = Kebutuhan pangan (asumsi konsumsi per kapita menurun dari 110 ke 95 kg beras/tahun), KP\_90 = kapasitas produksi jika konversi 90.000 ha/tahun, KP\_60 = kapasitas produksi jika konversi diturunkan dari 90.000 menjadi 60.000 ha/tahun, KP\_30 = kapasitas produksi jika konversi diturunkan dari 90.000 menjadi 30.000 ha/tahun sejak tahun 2021 sampai 2045



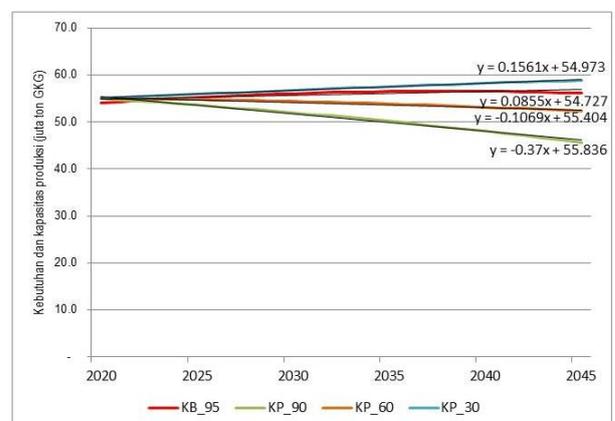
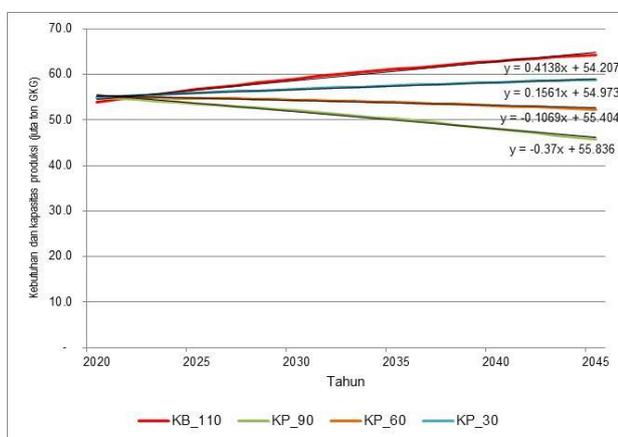
Gambar 4. Kebutuhan pangan pada kondisi konsumsi per kapita konstan 110 dan turun menjadi 95 kg/tahun, KP\_90 = kapasitas produksi jika konversi 90.000 ha/tahun, KP\_60 = kapasitas produksi jika konversi diturunkan dari 90.000 menjadi 60.000 ha/tahun, KP\_30 = kapasitas produksi jika konversi diturunkan dari 90.000 menjadi 30.000 ha/tahun sejak tahun 2021 sampai 2045.

Figure 4. Food demand at constant per capita consumption conditions 110 and decreases to 95 kg/year, KP\_90 = production capacity if conversion is 90,000 ha/year, KP\_60 = production capacity if conversion is reduced from 90,000 to 60,000 ha/year, KP\_30 = production capacity if conversion is reduced from 90,000 to 30,000 ha/year from 2021 to 2045

Tabel 8. Hasil perhitungan kapasitas produksi dengan kondisi konsumsi per kapita, konversi lahan, peningkatan produktivitas dan indeks pertanaman menjelang tahun 2045

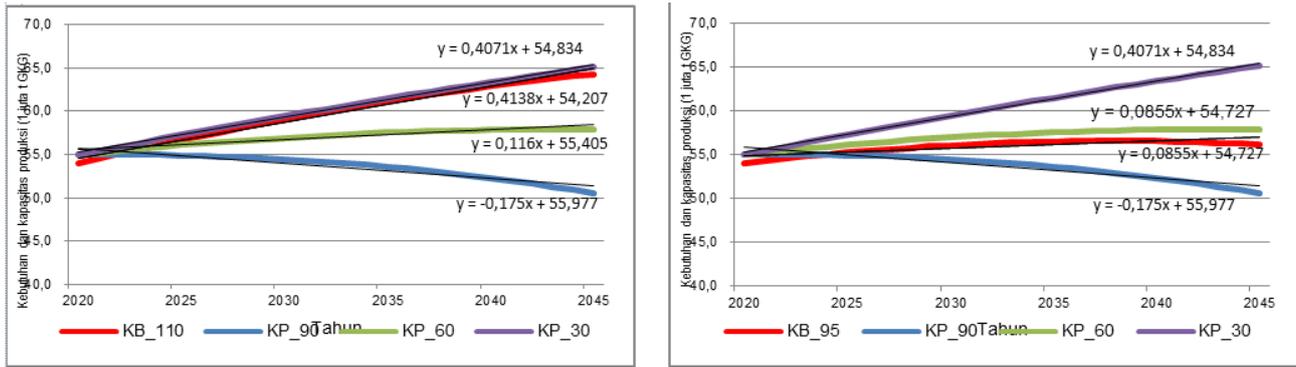
Table 8. Calculation of production capacity with per capita consumption conditions, land conversion, increased productivity and cropping index by 2045

Tahun	Kebutuhan GKKG		Kapasitas produksi pada beberapa scenario (ton GKKG)											
	Konsumsi per kapita		Konversi lahan (ribu ha)			Peningkatan Provititas			Peningkatan IP			Peningkatan Provititas dan IP		
	95	110	90K	60K	30K	90K	60K	30K	90K	60K	30K	90K	60K	30K
2020	54,00	54,00	54,97	54,97	54,97	54,96	54,96	54,96	54,96	54,96	54,96	54,96	54,96	54,96
2021	54,28	54,56	54,31	54,53	54,75	54,71	54,93	55,16	54,99	55,21	55,43	55,41	55,63	55,86
2022	54,55	55,11	53,65	54,09	54,53	54,45	54,90	55,35	55,00	55,45	55,90	55,84	56,30	56,76
2023	54,80	55,64	52,98	53,65	54,31	54,18	54,86	55,54	54,99	55,68	56,37	56,25	56,95	57,66
2024	55,03	56,17	52,32	53,20	54,09	53,90	54,82	55,73	54,97	55,90	56,82	56,65	57,60	58,56
2025	55,24	56,68	51,66	52,76	53,87	53,62	54,76	55,91	54,93	56,10	57,28	57,03	58,25	59,47
2026	55,44	57,18	50,99	52,32	53,65	53,32	54,70	56,09	54,87	56,30	57,72	57,39	58,88	60,37
2027	55,62	57,67	50,33	51,88	53,42	53,01	54,64	56,27	54,80	56,48	58,16	57,73	59,51	61,28
2028	55,79	58,15	49,67	51,44	53,20	52,69	54,56	56,44	54,70	56,65	58,60	58,06	60,12	62,19
2029	55,94	58,62	49,01	50,99	52,98	52,36	54,48	56,61	54,60	56,81	59,03	58,36	60,73	63,10
2030	56,07	59,07	48,34	50,55	52,76	52,02	54,40	56,77	54,47	56,96	59,45	58,65	61,33	64,01
2031	56,19	59,51	47,68	50,11	52,54	51,67	54,30	56,94	54,33	57,10	59,87	58,91	61,92	64,92
2032	56,29	59,94	47,02	49,67	52,32	51,31	54,20	57,10	54,17	57,23	60,28	59,16	62,50	65,83
2033	56,38	60,36	46,35	49,23	52,10	50,94	54,10	57,25	54,00	57,34	60,69	59,39	63,07	66,75
2034	56,45	60,76	45,69	48,78	51,88	50,56	53,98	57,40	53,81	57,45	61,09	59,59	63,62	67,66
2035	56,50	61,16	45,03	48,34	51,66	50,17	53,86	57,55	53,60	57,54	61,49	59,77	64,17	68,57
2036	56,54	61,53	44,37	47,90	51,44	49,77	53,73	57,70	53,37	57,62	61,88	59,93	64,71	69,49
2037	56,56	61,90	43,70	47,46	51,22	49,36	53,60	57,84	53,13	57,70	62,26	60,07	65,24	70,40
2038	56,56	62,25	43,04	47,02	50,99	48,94	53,46	57,98	52,87	57,76	62,64	60,19	65,75	71,31
2039	56,55	62,59	42,38	46,58	50,77	48,51	53,31	58,12	52,59	57,80	63,01	60,28	66,25	72,23
2040	56,52	62,91	41,71	46,13	50,55	48,07	53,16	58,25	52,30	57,84	63,38	60,35	66,75	73,14
2041	56,48	63,22	41,05	45,69	50,33	47,62	53,00	58,38	51,99	57,87	63,74	60,40	67,22	74,05
2042	56,42	63,51	40,39	45,25	50,11	47,15	52,83	58,51	51,66	57,88	64,10	60,42	67,69	74,96
2043	56,34	63,79	39,73	44,81	49,89	46,68	52,66	58,63	51,32	57,89	64,45	60,42	68,15	75,87
2044	56,25	64,05	39,06	44,37	49,67	46,20	52,47	58,75	50,96	57,88	64,80	60,39	68,59	76,78
2045	56,14	64,30	38,40	43,92	49,45	45,71	52,29	58,86	50,58	57,86	65,14	60,34	69,01	77,69
NeracaLKapasitas Produksi (ton GKKG)			16,57	11,05	5,52	9,25	2,67	-3,90	4,38	-2,90	-10,18	-5,37	-14,05	-
Kebutuhan tambahan produksi (ton GKKG)_KB_95			17,74	12,22	6,69	10,43	3,86	-2,72	5,56	-1,72	-8,99	-4,19	-12,87	21,55
Kebutuhan tambahan produksi (ton GKKG)_KB110			25,90	20,38	14,85	18,59	12,02	5,44	13,72	6,44	-0,83	3,97	-4,71	13,39



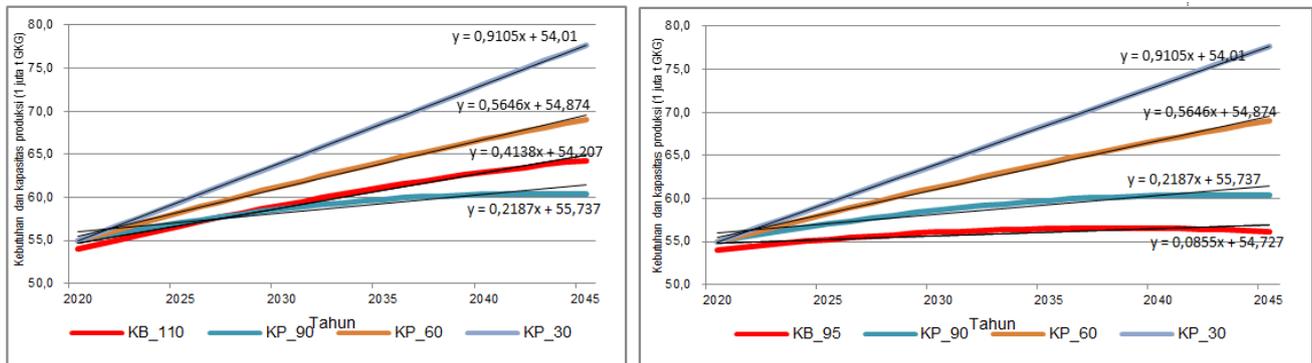
Gambar 5. Kebutuhan pangan dipenuhi dengan peningkatan produktivitas sebesar standar deviasi pada masing-masing jenis sawah, pada kondisi konsumsi per kapita turun dari 110 menjadi 95 kg/tahun, dan alih fungsi lahan dari 90.000 menjadi 30.000 ha/tahun sejak tahun 2021.

Figure 5. Food needs are met by increasing productivity by the standard deviation of each type of rice field, under conditions of per capita consumption decreasing from 110 to 95 kg/year, and conversion of functions decreasing from 90,000 to 30,000 ha/year since 2021.



Gambar 6. Kebutuhan pangan dapat dipenuhi dengan peningkatan indeks pertanaman sebesar standar deviasi pada masing-masing jenis sawah, pada kondisi konsumsi per kapita turun dari 110 menjadi 95 kg/tahun, dan alih fungsi turun dari 90.000 menjadi 60000 dan 30.000 ha/tahun sejak tahun 2021, kecuali pada kondisi konsumsi per kapita konstan di 110 kg/tahun.

Figure 6. Food needs can be met by increasing the cropping index by the standard deviation of each type of rice field, under conditions of per capita consumption decreasing from 110 to 95 kg/year, and changing functions from 90,000 to 60,000 and 30,000 ha/year since 2021, except in conditions of constant per capita consumption at 110 kg/year



Gambar 7. Kebutuhan pangan terpenuhi dengan peningkatan produktivitas dan indeks pertanaman kecuali pada kondisi alih fungsi konstan di 90.000 ha/tahun dan konsumsi per kapita 110.000 kg/tahun.

Figure 7. Food needs are met by increasing productivity and cropping index except in conditions of constant conversion at 90,000 ha/year and per capita consumption of 110,000 kg/year

dengan berbagai skenario. Penurunan konsumsi per kapita dari 110 kg/tahun menjadi 95 kg/tahun dapat menurunkan kebutuhan pangan sebesar 8,16 juta ton GKG atau 5,22 juta ton beras dibandingkan jika konsumsi per kapita konstan di 110 kg/tahun. Gambar 4 memberikan ilustrasi kondisi konsumsi per kapita dan alih fungsi lahan, jika konsumsi konstan 110 kg/tahun dan alih fungsi tetap tidak bisa diturunkan, maka tambahan kebutuhan pangan terbesar 25,9 juta ton GKG pada tahun 2045. Penurunan laju alih fungsi lahan menjadi 30.000 ha/tahun secara nyata dapat menurunkan tambahan kebutuhan pangan hingga 11,05 juta ton GKG pada tahun 2045.

Gambar 5 menunjukkan bahwa dengan peningkatan produktivitas sebesar standar deviasi pada masing-masing jenis sawah secara bertahap hingga

tahun 2045 belum bisa memenuhi kebutuhan pangan nasional pada semua kondisi penurunan alih fungsi lahan maupun penurunan konsumsi. Sedangkan Gambar 6 memperlihatkan bahwa dengan peningkatan indeks pertanaman sebesar standar deviasi pada masing-masing jenis sawah, dapat meningkatkan produksi dan memenuhi kebutuhan pangan jika konsumsi turun dari 110 menjadi 95 kg/kapita/tahun dan alih fungsi dihambat menjadi 30.000 ha/tahun sejak tahun 2021. Gambar tersebut menunjukkan bahwa begitu besar pengaruh alih fungsi lahan terhadap cadangan pangan nasional. Jika alih fungsi lahan tidak bisa ditekan maka kebutuhan pangan harus dicapai dengan peningkatan produktivitas dan indeks pertanaman secara bersamaan (Gambar 7). Pada gambar tersebut terlihat jika konsumsi per kapita dan

alih fungsi lahan tidak bisa diturunkan maka kebutuhan pangan tidak bisa tercapai meskipun sudah dilakukan upaya peningkatan produktivitas dan indeks pertanaman.

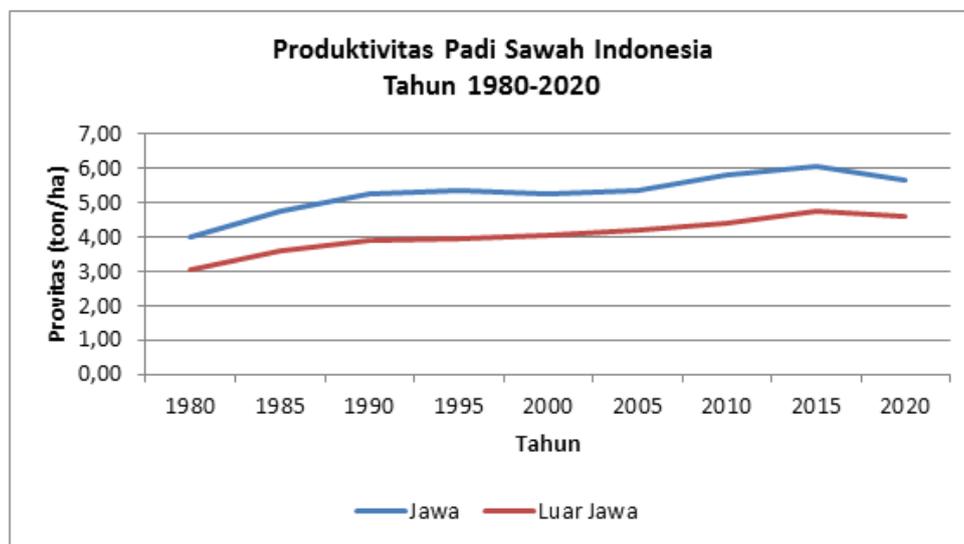
### IMPLIKASI KEBIJAKAN

Lahan sawah produktif dan intensif diusahakan terluas berada di Pulau Jawa dengan rata-rata produktivitas 5,65 ton/ha untuk sawah irigasi dan 5,35 ton/ha untuk sawah tadah hujan, yang lebih tinggi dibanding sawah di pulau lainnya, seperti terlihat dari Tabel 2. Gambar 8 menunjukkan bahwa produktivitas padi di Jawa lebih tinggi dengan luar Jawa pada periode 40 tahun sejak 1980 – 2020. Oleh karena itu, lahan sawah di Jawa seluas 3,47 juta ha (BPN 2019) semestinya dipertahankan dan dilindungi dari konversi lahan, karena hilangnya 1 ha sawah di Jawa sama dengan harus mencetak sawah 3-4 ha di luar Jawa jika asumsi indeks pertanaman di Jawa 2 kali setahun dengan produktivitas 5,5 ton/ha. Di sisi lain, konversi lahan di Pulau Jawa sulit bersaing dengan kebutuhan lahan untuk menjalankan program strategis nasional dan kebutuhan untuk pengembangan infrastruktur nasional seperti bandara, jalan tol, sentra industri dan perkantoran, serta perumahan. Sementara pencetakan sawah di luar Jawa memerlukan beberapa tahun untuk menjadi produktif dengan produktivitas lebih rendah hanya 2,5-3,0 ton/ha (Pebri *et al.* 2021) dan biaya pembangunan saluran irigasi.

Berdasarkan data BPS (1980-2020) menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas rata-rata setiap tahun

0,04 ton/ha yaitu dari 4,0 ton/ha pada tahun 1980 menjadi 5,6 ton/ha di Jawa dan di luar Jawa 3,0 menjadi 4,6 ton/ha pada tahun 2020. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas yang signifikan sulit terrealisasi karena beragamnya jenis sawah dan lokasinya yang menyebar di 472 kabupaten/kota. Oleh karena itu, mempertahankan lahan sawah dengan produktivitas tinggi di Jawa dari hantaman konversi lahan harus dipertahankan untuk melindungi kapasitas produksi dan memenuhi kebutuhan pangan nasional.

Laju peningkatan penduduk 1,25%/tahun atau setara dengan tambahan penduduk 3,4 juta jiwa, akan berakibat perlunya tambahan kebutuhan pangan setiap tahun. Tambahan kebutuhan pangan bertambah selain karena peningkatan jumlah penduduk juga karena adanya konversi lahan. Berdasarkan hasil kajian konsumsi beras pada periode 2012-2017 menunjukkan bahwa rata-rata konsumsi beras sekitar 114 kg per kapita (BPS 2017), menurun dibandingkan konsumsi per kapita tahun 2000-2005 sekitar 134 kg per kapita (BPS 2006). Bertitik tolak dari peningkatan jumlah penduduk sekitar 3,4 juta jiwa/tahun, dengan konsumsi beras per kapita sekitar 114 kg (BPS 2017), maka kebutuhan tambahan sebesar 0,6 juta ton gabah kering giling (GKG). Apabila alih fungsi lahan 96.500 ha/tahun (Mulyani *et al.* 2016), rata-rata indeks pertanaman sawah nasional 1,8 (BPS 2020) dengan produktivitas rata-rata nasional 5,1 ton/ha (BPS 2020), maka kehilangan hasil akibat konversi lahan tersebut sekitar 0,9 juta ton/tahun. Jika anomali iklim diasumsikan tidak menurunkan produksi, maka dalam



Sumber: BPS periode tahun 1980-2020

Gambar 8. Produktivitas padi sawah di Pulau Jawa dan luar Pulau Jawa pada periode tahun 1980 – 2020

Figure 8. Lowland rice productivity in Java and outside Java in the period 1980 – 2020

setahun pemerintah harus menyiapkan tambahan gabah sebesar 1,5 juta ton GKG. Artinya setiap tahun produksi padi nasional harus ditingkatkan sebesar 1,5 juta ton untuk memenuhi seluruh kebutuhan pangan atau 2,7% dari produksi nasional. Pada tahun 2019, produksi padi nasional sekitar 54,6 juta ton GKG (BPS 2020), artinya pada tahun 2020 harus mencapai 56,1 juta ton GKG atau 57,6 juta ton pada tahun 2021. Oleh karena itu, kombinasi antara penurunan laju pertumbuhan penduduk, laju konversi sawah, penurunan pola konsumsi per kapita, dan peningkatan produktivitas dan indeks pertanaman harus dilakukan sehingga kebutuhan pangan terpenuhi menjelang tahun 2045.

Diperlukan adanya identifikasi secara spasial wilayah lahan sawah yang mempunyai senjang hasil yang tinggi antara produktivitas eksisting dengan potensi hasilnya, seperti pada Tabel 2 bahwa sawah di Pulau Kalimantan, Maluku dan Papua mempunyai senjang hasil tinggi dibandingkan rata-rata nasional, belum lagi jika dibandingkan dengan potensi genetik varietas yang digunakan akan jauh lebih besar senjang hasilnya. Hal ini sudah terjadi sejak sebelum tahun 2000, seperti yang dikemukakan oleh Makarim (2000) yang mengelompokkan Jawa, Bali termasuk rendah senjang hasilnya, Sulawesi dan Sumatera sedang, dan Kalimantan, Maluku dan Papua paling tinggi senjang hasilnya.

Undang-undang Nomor 49 tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan serta Peraturan Presiden Nomor 59 tahun 2019 tentang Pengendalian Alih Fungsi Lahan perlu segera diaplikasikan di lapangan yang didukung oleh semua pengambil kebijakan baik di pusat dan daerah, kementerian/lembaga terkait, dan swasta serta masyarakat. Diharapkan semua pihak dapat saling menguatkan terhadap aturan yang ada, sehingga kebutuhan dan ketahanan pangan dapat terwujud secara berkelanjutan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

1. Identifikasi jenis sawah pada masing-masing kabupaten dapat menunjukkan kapasitas produksi dan sumbangannya terhadap produksi nasional. Saat ini acuan data produktivitas dan indeks pertanaman masih mengacu ke data tabular berbasis batas administrasi di mana satu

kabupaten hanya ada satu angka untuk semua jenis sawah. Ke depan diharapkan data tersebut sudah berbasis spasial dan berdasarkan jenis sawah masing-masing, sehingga perhitungan kapasitas produksi dapat lebih cepat dan akurat.

2. Kapasitas produksi lahan sawah akan menurun terus jika konversi lahan sawah tidak bisa ditekan dan tidak ada upaya untuk melindungi lahan sawah produktif, terutama di Pulau Jawa dan kota-kota besar lainnya yang memiliki sawah luas. Jika dalam kondisi konversi lahan tetap sekitar 90.000 ha/tahun maka lahan sawah akan tersisa 5,2 juta ha. Jika ditambah dengan pola konsumsi per kapita tetap di 110 kg/tahun, maka pada tahun 2045 kebutuhan tambahan pangan sebesar 25,9 juta ton GKG. Meskipun telah dilakukan peningkatan produktivitas dan indeks pertanaman untuk seluruh jenis sawah, ternyata kebutuhan pangan nasional tidak terpenuhi masih kekurangan 3,97 juta ton GKG menjelang tahun 2045.
3. Peningkatan produktivitas dan indeks pertanaman di masing-masing jenis sawah akan efektif dapat memenuhi kebutuhan pangan nasional jika diikuti oleh penurunan konsumsi per kapita menjadi 95 kg/per tahun dan konversi lahan bisa ditekan hingga 60.000 atau 30.000 ha/tahun sejak tahun 2021. Penurunan laju pertumbuhan penduduk dapat meringankan beban kebutuhan pangan nasional menjelang tahun 2045.
4. Konversi lahan menjadi ancaman terbesar dalam mewujudkan ketahanan pangan berkelanjutan hingga menjelang tahun 2045 jika tidak bisa dikendalikan. Oleh karena itu, perlu dukungan kebijakan dan keinginan kuat dari berbagai pihak terutama pemerintah pusat dan daerah dalam menentukan skala prioritas, khususnya dalam memenuhi program strategis nasional yang tidak mengorbankan lahan sawah, sehingga ketahanan pangan dapat terjaga. Perpres No 59 tahun 2019 tentang pengendalian alih fungsi lahan harus dapat dioperasionalkan di lapangan dan menekan laju konversinya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada para peneliti dan teknisi lingkup BBSDLP yang telah bekerja keras dalam melaksanakan penelitian sebaran lahan pertanian di Indonesia. Seluruh penulis dalam makalah ini adalah sebagai "Kontributor Utama".

## DAFTAR PUSTAKA

- BPN [Badan Pertanahan Nasional]. 2013. Peta Spasial Penggunaan Tanah Tahun 2019. Badan Pertanahan Nasional, Jakarta.
- BPN [Badan Pertanahan Nasional]. 2018. Peta Spasial Penggunaan Tanah Tahun 2019. Badan Pertanahan Nasional, Jakarta
- BPN [Badan Pertanahan Nasional]. 2019. Peta Spasial Luas Baku Sawah Tahun 2019. Badan Pertanahan Nasional, Jakarta.
- BPN [Badan Pertanahan Nasional]. 2019. Peta Spasial Luas Baku Sawah Tahun 2019. Badan Pertanahan Nasional, Jakarta.
- BPS [Badan Pusat Statistik]. 1980-2020. Statistik Indonesia Dalam Angka periode tahun 1980-2020. Biro Pusat Statistik. Jakarta
- BPS [Biro Pusat Statistik]. 2006. Statistik Indonesia Dalam Angka 2006. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- BPS [Badan Pusat Statistik]. 2017. Kajian Konsumsi Bahan Pokok tahun 2017. Badan Pusat Statistik. Jakarta
- BPS [Badan Pusat Statistik]. 2018a. Proyeksi Penduduk Indonesia 2015-2045, Hasil Supas 2015. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- BPS [Badan Pusat Statistik]. 2018b. SKGB 2018: Konversi Gabah ke Beras. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- BPS [Badan Pusat Statistik]. 2019. Statistik Indonesia Tahun 2019. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- BPS [Badan Pusat Statistik]. 2020. Stok beras nasional. Badan Pusat Statistik, Jakarta <https://money.kompas.com/read/2020/05/03/135256726/bps-jelaskan-soal-stok-beras?page=all>. Diunduh tanggal 8 September 2021
- BPS [Badan Pusat Statistik]. 2021. Statistik Indonesia Tahun 2021. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- DePaula G. 2020. The distributional effect of climate change on agriculture: Evidence from a Ricardian quantile analysis of Brazilian census data.
- Direktorat Jenderal PSP. 2014. Potensi Alih Fungsi Lahan Akibat Tidak Ditetapkan LP2B dalam RTRW Kabupaten/Kota. Bahan tayang Ditjen PSP. Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Eviati dan Sulaeman. 2009. Petunjuk Teknis Edisi 2, Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk, Balai Penelitian Tanah, Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor. 234 Hlm.
- Fu S, Xu X, Zhang J. 2021. Land conversion across cities in China. *Regional Science and Urban Economics*. Volume 87, March 2021, 103643.
- Hidayat Y, Ismail A, Ekayani M. 2017. Dampak konversi lahan pertanian terhadap ekonomi rumah tangga petani padi [Studi kasus Kecamatan Kertajati Kabupaten Majalengka Jawa Barat). *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. 20 (2): 171-182. Doi: <http://dx.doi.org/10.21082/jpftp.v20n2.2017.p171-182>
- Irawan B. 2005. Konversi lahan sawah: potensi dampak, pola pemanfaatannya dan faktor determinan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 23(1) : 1-18. Doi: <http://dx.doi.org/10.21082/fae.v23n1.2005.1-18>.
- Kementerian Pertanian. 2021. Basisdata Pertanian, Pusat Data dan Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian. <https://aplikasi2.pertanian.go.id/bdsp>.
- Kuang W, Liu J, Dong J, Chi W, Zhang C . 2016. The rapid and massive urban and industrial land expansions in China between 1990 and 2010: A CLUD-based analysis of their trajectories, patterns, and drivers. *Landscape and Urban Planning* 145 (2016) 21–33. Journal home page: [www.elsevier.com/locate/landurbplan](http://www.elsevier.com/locate/landurbplan).
- LAPAN. 2020. Citra resolusi tinggi SPOT 6/7 mosaik tahun 2019. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, Jakarta.
- Makarim AK. 2000. Bridging Rice Yield Gap in Indonesia. Bridging the rice yield gap in the Asia-Pacific Region Books. Food and

- Agriculture Organization of The United Nations Regional Office for Asia and the Pasific. Bangkok. 112- 121.
- Mulyani A, Hidayat A. 2009. Peningkatan Kapasitas Produksi Tanaman Pangan Pada Lahan Kering Jurnal Sumberdaya Lahan Vol. 3 No. 2, Desember 2009.
- Mulyani A, Kuncoro D, Nursyamsi D dan Agus F. 2016. Analisis konversi lahan sawah: penggunaan data spasial resolusi tinggi memperlihatkan laju konversi yang mengkhawatirkan. Jurnal Tanah dan Iklim. 40(2):43-55.
- Mulyani A, Puspitahati D, Nurjannah SS, Mohlas, Taufik M. 2021. Laporan Akhir Sebaran Luas Baku Sawah Berdasarkan Jenis Sawah. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Munteanu C, Kuemmerleb T, Boltiziar M, Van Butsic, Gimmig U, Halada L, Kaimh D, Királyi G, Gyuró EK, Kozakh J, Lieskovsk J, Mojses M, Müller D, Ostafin K, Ostapowicz K, Shandrak O, Stychl P, Walker S, Radeloff VC. 2014. Forest and agricultural land change in the Carpathian region— A meta-analysis of long-term patterns and drivers of change. Land Use Policy :38 85–697. Journal homepage: [www.elsevier.com/locate/landusep](http://www.elsevier.com/locate/landusep).
- Nursyamsi D. 2017. Inovasi Pemupukan Berbasis Keseimbangan Hara Terintegrasi Untuk Mendukung Swasembada Pangan Nasional. Naskah Orasi Profesor Riset, 14 Agustus 2017. Badan Litbang Pertanian, IAARD Press.
- Pebri, Harani R, Alamsyah, Zulkifli, Malik, Adlaida. 2021. Analisis Inefisiensi Teknis Usahatani Padi Sawah Pada Lahan Cetak Sawah Baru Program Upsus Di Kecamatan Batang Asam Kabupaten Tanjung Jabung Barat. 1 (1). pp. 1-11. Fakultas Pertanian, (<https://repository.unja.ac.id/id/eprint/16724>. Diunduh tanggal 5 januari 2022
- Pusdatin. 2013. Data spasial luas baku sawah nasional. Pusat Data dan Informasi, Kementerian Pertanian.
- Rachman A, Dariah A, Sutono S. 2018. Pengelolaan Sawah Salin Berkadar Garam Tinggi.-Jakarta : IAARD Press, 2018. 60 Hlm.
- Republik Indonesia. 2009. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan. Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.
- Republik Indonesia. 2012. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan. Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.
- Republik Indonesia. 2019. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2019 tentang Pengendalian Alih Fungsi Lahan. Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.
- Republik Indonesia. 2020. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2020-2024, Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.
- Ritung S, Suryani E, Yatno E, Subandiono RE. 2020. Laporan Akhir Pemutakhiran Peta Sumberdaya Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Lahan Pertanian, Bogor.
- Roser M, Ritchie H, dan Ortis-Ospina E. 2019. World Population Growth. First published in 2013; most recent substantial revision in May 2019. Reuse our work freely Cite this research. <https://ourworldindata.org/world-population-growth>.
- Socha T, Mehdi X, Lori C, Rawnda A. 2012. Food security in a northern first nations community : an exploratory study on food availability and accessibility. Journal of Aboriginal Health. Victoria, 8 (2) : 5-14.
- Sopanudin A. 2016. Konflik Lahan Pertanian Dalam Pembangunan Bandara Internasional di Kulon Progo. Jurusan Pendidikan Sosiologi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Yogyakarta 2016. S1 Thesis.
- Subagyo H. 1997. Potensi pengembangan dan tata ruang lahan rawa untuk pertanian. hlm. 17-55 dalam A.S. Karama *et al.* (Eds).

- Prosiding Simposium Nasional dan Kongres VI PERAGI. Makalah Utama. Jakarta, 25-27 Juni 1996.
- Sukarman, Mulyani A, Purwanto S. 2018. Modifikasi metode evaluasi kesesuaian lahan berorientasi perubahan iklim. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 11(1) : 1-11. doi: <http://dx.doi.org/10.21082/jsdl.v12n1.2018.1-11>.
- Sulaeman. 2019. Laporan akhir kegiatan Delineasi Tingkat Salinitas Tanah Dan Penyusunan Rekomendasi Pengelolaan Lahan Untuk Peningkatan Produktivitas Tanaman Pangan di Daerah Pesisir. No. 01C/LA/BBSDLP/2019. Balai Besar Litbang Sumberdaya lahan Pertanian.
- Surmaini E, Ramadhani F, Syahputra MR, Dewi ER, Apriyana Y. 2020. Development of a paddy drought hazard forecasting system to cope with the impact of climate change. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 484 (2020) 012050, Doi: 10.1088/1755-1315/484/1/012050.
- Susilowati SH, Maulana M. 2012. Luas lahan usahatani dan kesejahteraan petani: eksistensi petani gurem dan urgensi kebijakan reforma agraria. *Jurnal Analisis Kebijakan Pertanian*. 10(1): 17-30. Doi: <http://dx.doi.org/10.21082/akp.v10n1.2012.17-30>.
- Sutomo S. 2004. Analisa data konversi dan prediksi kebutuhan lahan. Hal 135-149 Dalam Hasil Round Table II Pengendalian Konversi dan Pengembangan Lahan Pertanian. Direktorat Perluasan Areal, Ditjen Bina Produksi Tanaman Pangan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Syahbuddin H, Surmaini E, dan Estinityas W. 2015. Pembangunan pertanian berbasis ekoregion dari perpektif keragaman iklim. *Buku Pembangunan Pertanian Berbasis Ekoregion*. Jakarta: IAARD Press, 2015. 358 Hlm.
- Syaifullah Y. 2013. Ketahanan pangan dan pola distribusi beras di Propinsi Jawa Timur. *Journal of Economics and Policy* 6 (2): 103-213. Doi: 10.15294/jejak.v7i1.3596 <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jejak>.
- Widjaja-Adhi, I P.G., K. Nugroho, Didi Ardi S., dan A.S. Karama. 1992. Sumber daya lahan rawa: Potensi, keterbatasan, dan pemanfaatan. hlm. 19-38 dalam Sutjipto P. dan M. Syam (Penyunting). *Risalah Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak*. Cisarua, 3-4 Maret 1992.
- Zaeroni R dan Rustariyuni SD. 2016. Pengaruh produksi beras, konsumsi beras dan cadangan devisa terhadap impor beras di indonesia. *E-Jurnal Ekonomi Pembangunan Universitas Udayana*, 5 (9).