

RASIONALITAS KISARAN HARGA PUPUK UREA DAN NPK PADA USAHA TANI PADI

The rationality of the Price Range of Urea and NPK Fertilizers in Rice Farming

Sumaryanto*, Sri Hery Susilowati

*Pusat Riset Ekonomi Perilaku dan Sirkuler, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Jln. Gatot Subroto No. 10, Jakarta 10340, DKI Jakarta, Indonesia
Korespondensi penulis. Email: sumaryantony@gmail.com

Naskah diterima: 13 September 2022

Direvisi: 19 Oktober 2022

Disetujui terbit: 2 Desember 2022

ABSTRACT

In determining the price of subsidized Urea and NPK fertilizers, the Government faces a dilemma. If it is not increased, the gap with market prices will widen, thereby reducing the effectiveness of its distribution and marketing policies. In addition, the wide gap between subsidized fertilizer and market prices is inconsistent with sound fiscal policy and is not conducive to increasing farming efficiency. Conversely, if it is increased, it will negatively impact rice production and farmers' income in the short term. To minimize this negative impact, the price of subsidized fertilizer must be based on the convergence between efforts to increase efficiency and farmers' aspirations. In perfectly competitive market conditions, a quantitative measure that reflects the aspirations of farmers can be proxied from the range of the ratio of fertilizer prices to output prices which is equivalent to their marginal productivity. This study aims to determine the range of price ratios of Urea and NPK fertilizers to the price of rice at the farmer level, which is rational for determining subsidized fertilizer prices. The data used are the results of rice farming surveys in 2010, 2013, 2016, and 2021 with a total sample of 2,255 farming units in rice production centers in 18 provinces. The analytical method uses the Stochastic Production Frontier approach to estimate technical efficiency and the Linear Production Function model to estimate the marginal productivity of Urea and NPK. Furthermore, the marginal productivity value is used to determine the ratio range of Urea and NPK prices to the price of harvested dry grain. The study results show that based on the value of marginal productivity, the price range for Urea and NPK fertilizers is quite wide, with market prices in between. Consequently, the price ratio range for NPK fertilizer is wider than for Urea fertilizer.

Keywords: *estimated price range, marginal productivity, production efficiency*

ABSTRAK

Dalam penentuan harga pupuk Urea dan NPK bersubsidi, pemerintah menghadapi sebuah dilema. Jika tidak ditingkatkan, kesenjangan dengan harga pasar akan makin melebar sehingga menurunkan efektivitas kebijakan tata niaganya. Selain itu, kesenjangan harga pupuk bersubsidi dan harga pasar yang terlalu lebar tidak selaras dengan kebijakan fiskal yang sehat dan tidak kondusif bagi peningkatan efisiensi usaha tani. Sebaliknya, jika ditingkatkan maka dalam jangka pendek akan berdampak negatif pada produksi padi dan pendapatan petani. Untuk meminimalkan dampak negatif tersebut, penentuan harga pupuk bersubsidi harus berbasis konvergensi antara upaya peningkatan efisiensi dan aspirasi petani. Pada kondisi pasar bersaing sempurna, ukuran kuantitatif yang mencerminkan aspirasi petani dapat diproksi dari kisaran rasio harga pupuk terhadap harga *output* yang setara dengan produktivitas marginalnya. Kajian ini ditujukan untuk mengetahui kisaran rasio harga pupuk Urea dan NPK terhadap harga hasil panen padi di tingkat petani yang rasional untuk penentuan harga pupuk bersubsidi. Data yang digunakan adalah hasil survei usaha tani padi pada tahun 2010, 2013, 2016, dan 2021 dengan jumlah sampel 2.255 satuan usaha tani pada wilayah sentra produksi padi di 18 provinsi. Metode analisis menggunakan pendekatan Stochastic Production Frontier untuk mengestimasi efisiensi teknis, dan model Fungsi Produksi Linier untuk mengestimasi produktivitas marginal Urea dan NPK. Selanjutnya nilai produktivitas marginal tersebut digunakan untuk menentukan kisaran rasio harga Urea dan NPK terhadap harga gabah kering panen. Hasil kajian menunjukkan bahwa berbasis nilai produktivitas marginalnya, kisaran harga pupuk Urea maupun NPK cukup lebar, dengan harga pasar berada di antaranya. Kisaran rasio harga pupuk NPK lebih lebar daripada pupuk Urea.

Kata Kunci: *efisiensi produksi, estimasi kisaran harga, produktivitas marginal*

PENDAHULUAN

Menjelang musim tanam padi petani sering dihadapkan pada masalah kelangkaan pupuk terutama Urea dan NPK (Susilowati et al. 2021; Heliantoro dan Juwana 2018; Suryana et al. 2016). Di lapangan sejumlah petani menyatakan bahwa meskipun dalam rencana definitif kebutuhan kelompok (RDKK) nama dan luas garapannya tercatat tetapi volume realisasi subsidi yang diterima lebih rendah dari yang diajukan (Zulaiha 2018; Adnyana dan Mokhtar 2019; Prihantini dan Lutfianto 2019). Terkait dengan itu petani yang bersangkutan mencari dan membeli pupuk dengan harga pasar yang jauh lebih mahal. Antarlokasi dan antartempat, harga pasar pupuk tanpa subsidi sangat bervariasi (Susilowati 2016; Adiraputra dan Sopyandi 2021). Makin langka makin tinggi harganya. Pada sejumlah kasus, harga pasar pupuk Urea dan NPK tanpa subsidi mencapai dua kali lipat dari yang bersubsidi. Sebagai contoh, harga pupuk Urea non subsidi Rp6.000/kg yang berarti lebih dari dua kali lipat harga subsidi. Harga pupuk nonsubsidi yang fluktuatif dan jauh lebih mahal dari pupuk bersubsidi dapat dimaklumi karena pupuk nonsubsidi merupakan barang bebas yang tanpa pengawasan, tidak seperti halnya pupuk bersubsidi. Pada saat pupuk bersubsidi mengalami keterlambatan suplai atau kelangkaan, pada saat itu harga pupuk nonsubsidi berpotensi meningkat.

Meskipun bagi petani hal tersebut merupakan suatu "keterpaksaan" namun kisaran harga pasar yang terjadi itu merupakan indikasi bahwa *willingness to pay* setidaknya bagi sebagian petani sebenarnya lebih tinggi daripada harga pupuk bersubsidi. Dalam konteks perumusan kebijakan subsidi pupuk, fenomena tersebut merupakan *signal* terbukanya peluang untuk menaikkan harga pupuk bersubsidi sehingga sebagian anggaran untuk subsidi pupuk dapat direalokasi ke sektor lain. Sektor prioritas dari realokasi tersebut harus kondusif untuk meminimalkan dampak negatif kenaikan harga pupuk. Misalnya prioritas tertinggi adalah untuk pembangunan, rehabilitasi dan pemeliharaan infrastruktur pertanian serta pengembangan sumber daya manusia sektor pertanian (Jaynea and Rashid 2013; Takeshima and Nkonya 2014). Dengan memprioritaskannya, bukan hanya dampak negatif jangka pendek yang dapat diminimalkan tetapi juga kondusif untuk mendukung peningkatan produktivitas jangka menengah - panjang.

Sangat strategisnya peran pertanian dan pangan dalam perekonomian nasional berimplikasi bahwa secara normatif kebijakan subsidi pupuk harus mengutamakan kepentingan petani. Tujuan kebijakan subsidi pupuk di beberapa negara yang menerapkan kebijakan subsidi pupuk kurang lebih sama. Utamanya adalah mempertahankan stabilitas ketahanan pangan nasional melalui peningkatan produktivitas sekaligus meningkatkan kesejahteraan petani. Selain itu, subsidi pupuk juga bertujuan meningkatkan akses petani terhadap *input* produksi (Gilbert 2011; Mason and Jayne 2013). Meskipun demikian tentu tidak bijaksana jika kemudian pendekatannya *at all cost* sehingga prinsip efisiensi terabaikan. Penerapan prinsip efisiensi dalam pemanfaatan sumber daya adalah suatu keniscayaan untuk mendukung terwujudnya pembangunan keberlanjutan (*sustainable development*) (Kelly et al. 2017; European Commission 2020; Jaynea and Rashid 2013).

Penentuan besaran kenaikan harga pupuk membutuhkan tersedianya informasi mengenai kisaran harga yang dapat mempertemukan tercapainya tujuan dari dua pihak. Pihak pertama adalah pemerintah yang berkepentingan untuk mewujudkan kebijakan fiskal yang sehat dan tercapainya target peningkatan produksi pertanian terutama pangan. Pihak kedua, adalah aktor utama pertanian yaitu petani yang berkepentingan pendapatannya tidak turun, bahkan seiring dengan naiknya kebutuhan rumah tangganya adalah sangat layak berpenghasilan pendapatannya meningkat. Untuk maksud tersebut, kisaran harga pupuk bersubsidi harus berada pada kisaran yang *acceptable*, yaitu yang sesuai untuk sebagian besar petani, karena latar belakang dan kepentingan seluruh petani sangat beragam. Dengan demikian pendekatan yang dapat ditempuh adalah memperoleh kisaran harga yang rasional bagi sebagian besar petani. Ukurannya adalah perbandingan antara harga input terhadap harga output (Pokja Khusus Perumusan Kebijakan Pupuk 2016; Fahmid et al. 2021). Secara empiris hal ini sesuai dengan pernyataan petani yang sering ditemui di lapangan yang menyatakan "asalkan kemudian untuk memperoleh pupuk menjadi lebih mudah, harga pupuk bersubsidi dinaikkan dapat kami terima...tetapi sebaiknya harga gabah juga naik". Berdasarkan pola pikir di atas, kajian ini bertujuan untuk mengestimasi kisaran rasio harga pupuk Urea dan NPK terhadap harga hasil panen padi di tingkat petani yang rasional untuk penentuan harga pupuk bersubsidi. Hasil kajian ini diharapkan dapat dijadikan bagian dari

masuk dalam perumusan kebijakan harga pupuk bersusidi.

METODOLOGI

Kerangka Pemikiran

Dalam teori ekonomi produksi di pasar bersaing sempurna jika produksi bersifat *constant returns to scale* (CRS), maka kondisi optimal alokasi *input* terjadi pada saat rasio harga *input* yang bersangkutan setara dengan nilai produktivitas marginalnya. Jadi kisaran nilai produktivitas marginal *input* dapat digunakan sebagai rasionalitas kisaran rasio harga *input* terhadap harga *output* (Debertin 2012).

Produktivitas marginal pupuk dapat diestimasi dari data hasil percobaan lapang. Akan tetapi dalam percobaan lapang semua perlakuan terukur dan terkontrol, sedangkan kondisi empiris di tingkat petani adalah sebagai berikut. Pertama, kondisi agroklimat antarlokasi bervariasi. Kedua, sumber daya yang dikuasai petani beragam sehingga kondisi optimal pencapaian tujuannya berbeda-beda. Ketiga, pengetahuan, kemampuan teknis dan kapasitas manajerial antarpetani beragam sehingga efisiensi teknisnya juga beragam. Di sisi lain, paradigma yang dianut dalam perumusan kebijakan berbasis pada norma bahwa *net-benefit* dari kebijakan tersebut efektif dan dapat dinikmati oleh semaksimal mungkin masyarakat yang secara langsung maupun tidak langsung merupakan sasaran kebijakan. Implikasinya, meskipun hasil estimasi produktivitas marginal *input* dari percobaan lapang juga sangat diperlukan tetapi informasi tersebut tidak memadai sebagai masukan dalam perumusan kebijakan.

Dari sudut pandang teori, produsen termasuk petani yang rasional berupaya memaksimalkan keuntungan. Keuntungan adalah total penerimaan dikurangi total biaya. Makin besar selisihnya, makin besar keuntungan yang dapat dipetik. Total penerimaan adalah total produksi dikalikan harga jualnya. Dalam jangka pendek, total biaya terdiri atas biaya tetap dan biaya variabel. Biaya variabel adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli semua faktor produksi variabel yaitu faktor produksi yang jenis dan komposisi besarnya memengaruhi produksi.

Dalam praktek, maksimisasi penerimaan atau minimisasi biaya tersebut ditempuh melalui strategi berikut. Pertama, dengan anggaran yang tersedia untuk membeli sejumlah input tertentu,

berusaha memaksimalkan produksi. Kedua, berbasis pada ekspektasi volume produksi tertentu yang mungkin dapat diperolehnya (berdasarkan pengalamannya); berusaha menggunakan input dengan biaya serendah-rendahnya. Dengan demikian yang kemudian menjadi determinan adalah tingkat efisiensi teknis yang dapat dicapainya karena harga output maupun harga input adalah tidak tetap.

Terkait dengan pengalamannya maupun dari penyuluhan yang diikutinya selama bertahun-tahun, tindakan yang ditempuh dalam peningkatan keuntungan adalah memaksimalkan produktivitas melalui penerapan teknologi budi daya yang tepat. Meskipun seringkali produktivitas diidentikkan sebagai produksi per hektare, tetapi sesungguhnya produktivitas adalah produksi yang dihasilkan dari penggunaan seluruh *input* produksi (termasuk lahan dan tenaga kerja) yang dimensinya mencakup jenis, volume, komposisi, dan cara aplikasinya. Dengan demikian dapat dimaknai bahwa inti dari peningkatan produktivitas adalah peningkatan efisiensi teknis dalam proses produksi. Mengacu pada fenomena tersebut agar kisaran nilai produktivitas marginal dapat diperlakukan sebagai rasio harga input terhadap harga *output*-nya maka ditempuh pendekatan berikut:

- Estimasi produktivitas marginal didasarkan atas estimasi parameter fungsi produksi dari himpunan sampel yang tingkat efisiensi teknisnya *plausible* dengan jumlah observasi yang besar dan cakupan lokasi penelitian yang beragam. Justifikasinya: (i) efisiensi teknis merupakan determinan maksimisasi keuntungan, (ii) dengan jumlah sampel yang besar dan lokasinya beragam maka sebaran tingkat efisiensi teknis tersebut mendekati normal.
- Sasarannya adalah memperoleh kisaran rasio harga *input* terhadap harga *output* yang setara dengan kisaran nilai estimasi produktivitas marginal (*interval estimation*) bukan *point estimation*. Justifikasinya berbasis pada sudut pandang teori statistik maupun dari sudut pandang terfasilitasinya informasi yang diperlukan dalam perumusan kebijakan.

Metode Analisis

Prosedur yang ditempuh adalah sebagai berikut:

- (1) Mengestimasi tingkat efisiensi teknis (TE) seluruh petani sampel melalui estimasi

fungsi produksi frontier stokastik (*stochastic production frontier* - SPF). Dalam model SPF tersebut satuan untuk pupuk buatan equivalensinya dengan kandungan unsur hara dari pupuk yang digunakan (N, P, K) karena meskipun secara keseluruhan ada lima jenis pupuk buatan yang digunakan petani (Urea, ZA, SP36, KCl, NPK) tetapi tidak semua jenis pupuk tersebut digunakan oleh setiap petani. Satuan pengukuran untuk *output* maupun *input* adalah per hektare.

- (2) Menentukan nilai rata-rata dan galat baku TE dari hasil estimasi pada butir (1) untuk menyusun alternatif jumlah sampel yang dipandang representatif untuk estimasi fungsi produksi padi.
- (3) Menentukan alternatif terbaik dari butir (2) berbasis penilaian dari sudut pandang teori ekonomi maupun statistik.
- (4) Mengestimasi fungsi produksi dari sampel yang terseleksi pada butir (3) untuk memperoleh estimasi produktivitas marginal pupuk Urea dan NPK.
- (5) Menentukan kisaran rasio harga pupuk Urea dan NPK terhadap harga gabah kering panen tingkat petani.

Estimasi Efisiensi Teknis dengan Pendekatan SPF

Pendekatan SPF dapat dipandang sebagai praktek frontier terbaik yang digunakan sebagai standar efisiensi usaha (Farrell 1957). Model SPF yang diterapkan untuk mengestimasi sebaran tingkat efisiensi teknis petani dalam usaha tani padi dalam penelitian ini adalah:

$$\ln q_i = \ln a + \sum_{k=1}^6 b_k \ln x_{ki} + \sum_{m=1}^6 c_m D_{mi} + u_i - v_i \dots\dots\dots(1)$$

Dari estimasi fungsi SPF tersebut dapat diprediksi *technical efficiency* (TE) untuk setiap observasi yang formulanya adalah:

$$TE_{ii} = \exp(-u_{ii}) \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- q_i = produksi per hektare usaha tani padi (kg GKP/hektar)
- x_1 = benih padi (kg/hektar)
- x_2 = pupuk N yang terkandung dalam penggunaan pupuk Urea, ZA dan NPK (kg/hektare)
- x_3 = pupuk P yang terkandung dalam penggunaan pupuk SP36 dan NPK (kg/hektare)

- x_4 = pupuk K yang terkandung dalam penggunaan pupuk KCl dan NPK (kg/hektare)
- x_5 = biaya untuk tenaga kerja termasuk *imputed* tenaga kerja dalam keluarga (Rp000/hektare)
- x_6 = biaya yang dikeluarkan untuk *input* lainnya (Rp000/hektare)
- D_1 = variabel dummy kualitas benih (0=rendah, 1=tinggi)
- D_2 = variabel dummy intensitas tanam padi per tahun (1x, 2x dan 3x); 1 sebagai kontrol.
- D_3 = variabel dummy status garapan (0=milik, 1=bukan milik)
- D_4 = variabel dummy musim tanam (MT) padi (MTI, MTII, MTIII), MTI sebagai kontrol
- D_5 = variabel dummy tahun (2010, 2013, 2016, 2021); 2010 sebagai kontrol
- D_6 = variabel dummy wilayah (0=Pulau Jawa, 1=Luar Pulau Jawa)

Seleksi Sampel untuk Estimasi Produktivitas Marginal Urea dan NPK melalui Fungsi Produksi

Setelah tingkat efisiensi teknis setiap sampel (TE_i) serta sebarannya diketahui, langkah berikutnya adalah menghitung nilai rata-rata (*mean*) dan galat baku (*sd*) TE_i . Nilai rata-rata dan galat baku inilah yang kemudian digunakan untuk menentukan jumlah sampel yang dipandang representatif sebagai basis estimasi produktivitas marginal Urea dan NPK melalui estimasi fungsi produksi. Untuk itu dibuat tiga skenario jumlah sampel yang diuji cobakan untuk model fungsi produksi dalam bentuk fungsi linier. Dalam model ini satuan untuk *input* pupuk buatan adalah dalam setara N, P, dan K.

Berbasis nilai rata-rata dan simpangan baku TE_i itu kemudian disusun tiga alternatif (A, B, C) yang diujikan pada model fungsi produksi yang *output* dan *input*-nya tidak dalam per hektare sehingga dalam *independent variabel* disertakan pula luas garapan. Seperti halnya pada fungsi SPF tersebut di atas, pada model ini satuan untuk pupuk buatan adalah dalam setara kandungan haranya.

Jumlah sampel pada alternatif A, B, dan C adalah yang nilai TE_i -nya berada pada kisaran berikut:

- A jika TE_i berada pada kisaran: $mean(TE) - 0.5*sd(TE) \leq TE_i \leq mean(TE) + 0.5*sd(TE)$
- B jika TE_i berada pada kisaran: $mean(TE) - 1.0*sd(TE) \leq TE_i \leq mean(TE) + 1.0*sd(TE)$
- C jika TE_i berada pada kisaran: $mean(TE) - 2.0*sd(TE) \leq TE_i \leq mean(TE) + 2.0*sd(TE)$

Kriteria yang digunakan untuk menentukan alternatif terbaik didasarkan atas kombinasi sudut pandang *plausibility* hasil estimasi parameter berbasis teori ekonomi dan dari sudut pandang statistik. Dari sudut pandang ekonomi acuannya adalah tanda dan besaran nilai estimasi parameter, sedangkan dari sudut pandang statistik acuannya adalah *significancy* koefisien parameter pada $\alpha=0.05$, *goodness of fit* model (R^2 adjusted), dan *information criteria* (AIC dan BIC). Jika kesimpulan yang diperoleh berbasis tinjauan dari sudut pandang ekonomi tidak konvergen dengan tinjauan dari sudut pandang statistik maka dipilih terpenuhi kombinasi antarkeduanya meskipun levelnya *second best*. Untuk penyederhanaan, hasil evaluasi setiap "item" dari masing-masing alternatif (dari sudut pandang teori ekonomi maupun statistik) tersebut dituangkan dalam skor 1, 2 dan 3 yang masing-masing mencerminkan tingkat kesesuaian "rendah", "sedang" dan "tinggi". Dalam kondisi sulit dibedakan maka diberi skor 2. Alternatif yang dipandang terbaik adalah yang jumlah skornya paling tinggi.

Estimasi Produktivitas Marginal Urea dan NPK dengan Model Fungsi Produksi Linier

Nilai produktivitas marginal adalah derivasi pertama dari fungsi produksi. Terdapat beberapa bentuk fungsi produksi yang dapat dipilih antara lain linier, Cobb-Douglas, translog, dan sebagainya. Bentuk paling umum adalah Cobb-Douglas karena sederhana dan koefisien parameter langsung menunjukkan elastisitas produksi terhadap *input* yang bersangkutan (Gujarati 2004). Oleh karena sisi kiri maupun sisi kanan semuanya dalam bentuk logaritma maka makin banyak sampel yang nilai *input*-nya nol, makin sedikit jumlah sampel yang dapat digunakan dalam estimasi fungsi produksi Cobb-Douglas. Hal serupa terjadi pula pada fungsi translog meskipun dari sudut pandang kelengkapan model dapat dinyatakan bahwa fungsi translog adalah paling lengkap karena pengaruh interaksi antar-*input* diperhitungkan.

Dalam penelitian ini yang dipilih adalah fungsi produksi dalam bentuk fungsi linier. Alasannya: (i) jenis pupuk buatan yang digunakan oleh petani ada lima yaitu Urea, ZA, SP 36, KCI dan NPK, tetapi tidak semua petani menggunakan kelimanya, (ii) tujuannya adalah untuk memperoleh nilai estimasi produktivitas marginal *input* terutama Urea dan NPK dan hal itu secara sama dengan koefisien parameter masing-masing *input* tersebut.

Model fungsi produksi yang diterapkan untuk memperoleh estimasi nilai produktivitas marginal *input* terutama pupuk Urea dan NPK adalah:

$$Q_i = \alpha + \sum_{l=1}^9 \beta_l X_{li} + \sum_{m=1}^5 g_m D_{mi} + \varepsilon_i \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- Q_i = produksi padi yang dihasilkan oleh petani ke-i (kg)
- X_1 = luas lahan garapan usaha tani padi petani ke-i (hektare)
- X_2 = kuantitas benih padi yang digunakan petani ke_i (kg)
- X_3 = kuantitas pupuk Urea yang digunakan petani ke-i
- X_4 = kuantitas pupuk ZA yang digunakan petani ke-i
- X_5 = kuantitas pupuk SP36 yang digunakan petani ke-i
- X_6 = kuantitas pupuk KCI yang digunakan petani ke-i
- X_7 = kuantitas pupuk NPK yang digunakan petani ke-i
- X_8 = tenaga kerja yang digunakan termasuk tenaga kerja dalam keluarga (HOK setara pria)
- X_9 = nilai seluruh biaya variabel lainnya (Rp000)

sedangkan D_1, D_2, \dots, D_6 adalah variabel dummy seperti pada persamaan (1)

Produktivitas marginal (PM) input X_k pada Q adalah turunan pertama Q terhadap X_k yaitu:

$$PM_{X_k} = \frac{\partial Q}{\partial X_k} = \beta_k, \dots\dots\dots (4)$$

Jadi, produktivitas marginal pupuk Urea dalam usaha tani padi adalah:

$$PM_{Urea} = \frac{\partial Q}{\partial X_3} = \beta_3 \dots\dots\dots(5)$$

sedangkan produktivitas marginal pupuk NPK dalam usaha tani padi adalah:

$$PM_{NPK} = \frac{\partial Q}{\partial X_7} = \beta_7 \dots\dots\dots(6)$$

Dalam teori produksi di pasar bersaing sempurna, kondisi optimal alokasi *input k* terjadi jika:

$$P_{X_k} = P_Q * PM_{X_k} \text{ yang berarti } \frac{P_{X_k}}{P_Q} = PM_{X_k} = \beta_k \dots\dots\dots(7)$$

Jadi misalkan P_{GKP} , P_{Urea} dan P_{NPK} masing-masing melambangkan harga gabah kering panen, harga pupuk Urea dan harga pupuk NPK maka:

- rasio harga pupuk Urea terhadap harga gabah kering panen adalah:

$$\frac{P_{Urea}}{P_{GKP}} = \frac{\partial Q}{\partial X_3} = \beta_3 \dots\dots\dots(8)$$

- rasio harga pupuk NPK terhadap harga gabah kering panen adalah:

$$\frac{P_{NPK}}{P_{GKP}} = \frac{\partial Q}{\partial X_7} = \beta_7 \dots\dots\dots(9)$$

Penentuan Kisaran Rasio Harga Urea dan NPK terhadap Harga Gabah Kering Panen

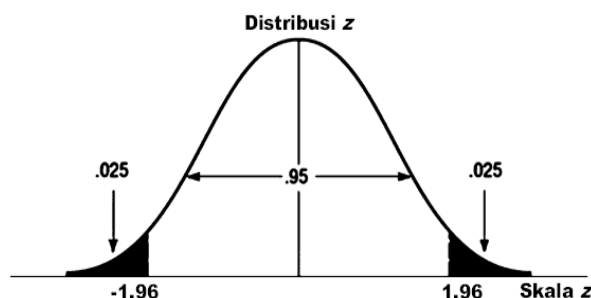
Dengan sejumlah asumsi yang telah dibahas sebelumnya, rasio harga Urea ataupun NPK terhadap harga *output* (GABAH KERING PANEN – GKP) adalah setara produktivitas marginal yang tak lain adalah koefisien parameter Urea dan NPK dari hasil estimasi fungsi produksi linier tersebut di atas. Dengan demikian, batas bawah dan batas atas koefisien parameter mencerminkan kisaran rasio harga tersebut. Batas atas dan batas bawah tersebut tergantung pada selang kepercayaan (*confidence interval – CI*) yang digunakan.

Selang kepercayaan terkait dengan sebaran *standard error* sehingga jumlah observasi menentukan. Jika jumlah observasi hanya 30 atau kurang maka sebarannya mengikuti sebaran $t_{student}$, jika jumlahnya besar (lebih dari 30) mengikuti sebaran z . Jumlah sampel pada penelitian ini lebih dari 1000 sehingga penentuan selang kepercayaan berbasis sebaran z .

Misalkan estimasi dari parameter β_k dilambangkan $\hat{\beta}_k$, *standard error* $\hat{\beta}_k$ dilambangkan $\sigma_{\hat{\beta}_k}$ dan selang kepercayaan ($1 - \alpha$) parameter yang bersangkutan dilambangkan $CI_{(1-\alpha)}^{\beta_k}$ maka:

$$CI_{(1-\alpha)}^{\beta_k} = (\hat{\beta}_k - z_{\alpha/2} \times \sigma_{\hat{\beta}_k}) \leq \beta_k \leq (\hat{\beta}_k + z_{\alpha/2} \times \sigma_{\hat{\beta}_k}) \dots (10)$$

Nilai z untuk selang kepercayaan 95% atau $\alpha_{(1-0.05:2)}$ adalah 1.96 (Gambar 1).



Gambar 1. Daerah penerimaan pada CI 95% dan nilai z pada sebaran normal

Pada penelitian ini jumlah sampel lebih dari 1000 sehingga dengan asumsi sebarannya normal maka dapat menggunakan sebaran z . Selanjutnya, mengacu pada persamaan (3) maka pada selang kepercayaan 95% kisaran harga pupuk Urea ataupun NPK terhadap harga gabah kering tingkat petani adalah:

- untuk pupuk Urea kisarannya: $(\hat{\beta}_3 - 1.96 \times \sigma_{\hat{\beta}_3})$ sampai dengan $(\hat{\beta}_3 + 1.96 \times \sigma_{\hat{\beta}_3}) \dots\dots\dots (11)$

- untuk pupuk NPK kisarannya: $(\hat{\beta}_7 - 1.96 \times \sigma_{\hat{\beta}_7})$ sampai dengan $(\hat{\beta}_7 + 1.96 \times \sigma_{\hat{\beta}_7}) \dots\dots\dots (12)$

Implementasi Hasil Estimasi Untuk Penentuan Harga Subsidi

Dalam perumusan kebijakan aspek-aspek yang dipertimbangkan *policy maker* tidak selalu sama, bahkan sudut pandang yang diterapkannya mungkin berbeda-beda. Jadi, sangat mungkin untuk tingkat harga subsidi tertentu persepsinya berbeda-beda. Terkait dengan itu informasi yang lebih sesuai sebagai masukan dalam penentuan harga subsidi adalah

kisaran harga dari *interval estimation*, bukan tingkat harga tertentu dari *point estimation*.

Dengan diketahuinya batas bawah dan batas atas kisaran nilai estimasi produktivitas marginal, dilakukan komputasi kisaran harga pupuk Urea dan NPK bersubsidi pada beberapa tingkat harga gabah kering panen. Implementasinya dalam pengambilan keputusan tentu saja perlu mempertimbangkan pula aspek-aspek lainnya. Maksudnya adalah seandainya pada batas bawah P_{Urea} ataupun P_{NPK} berdasarkan hasil estimasi ini masih dianggap terlalu tinggi maka dapat dikalikan dengan suatu koefisien yang disepakati yang nilainya lebih kecil dari satu.

Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil survei usaha tani padi dari kegiatan penelitian Patanas (Panel Petani Nasional) 2010, 2016 serta 2021 yang dilakukan oleh PSEKP (Pusat Sosial Ekonom dan Kebijakan Pertanian) dan Kajian Pengembangan Perbenihan Nasional Tahun 2013. Unit observasi adalah usaha tani per musim tanam. Total jumlah observasi adalah 2.255 terdiri dari musim tanam I, II, dan III masing-masing 1.068, 932, dan 255. Cakupan lokasi penelitian untuk tahun 2013 adalah 18 provinsi, sedangkan untuk tahun 2010, 2016, dan 2021 (panel) adalah 5 provinsi (Tabel Lampiran 1).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Ringkas Usaha Tani Padi di Lokasi Penelitian

Lahan sawah pada lokasi penelitian termasuk sentra-sentra produksi padi yang kondisi irigasinya baik sehingga mayoritas petani dapat menanam padi 2-3 kali/tahun. Persentase petani dengan intensitas tanam padi (IP) 1, 2, dan 3 masing-masing adalah 11%, 67%; dan 22%.

Rata-rata luas garapan bervariasi antarmusim maupun wilayah. Rata-rata luas persil usaha tani padi di Pulau Jawa relatif lebih sempit daripada di Luar Pulau Jawa. Kondisi ini umum terjadi karena dominasi usaha tani tanaman pangan di Pulau Jawa yang sangat padat penduduknya lebih tinggi daripada di Luar Pulau Jawa. Antarmusim, rata-rata luas garapan pada musim tanam (MT) I lebih luas daripada dua musim berikutnya. Hal itu terjadi di Pulau Jawa maupun Luar Pulau Jawa (Tabel 1).

Lebih dari 75% lahan garapan usaha tani tersebut adalah lahan milik. Sebagian besar lahan bukan milik berasal dari transaksi sewa. Antartahun transaksi penggarapan lahan berubah meskipun perubahannya tidak drastis. Sebagai contoh, dari seluruh sampel dalam penelitian ini persentase lahan garapan bukan milik pada tahun 2010, 2013, 2016 dan 2021 masing-masing adalah 20%, 24%, 17%, dan 27%.

Tabel 1. Tingkat partisipasi dan luas garapan usaha tani padi menurut wilayah dan musim tanam, di lokasi penelitian di P. Jawa dan Luar P. Jawa, tahun 2010, 2013, 2016, 2021

Wilayah	Musim tanam (MT)	Jumlah sampel		Luas (hektare)			
		n	%	Mean	st.Dev.	Min	Max
Pulau Jawa	MT I	520	43,7	0,520	0,501	0,038	5,250
	MT II	482	40,5	0,522	0,507	0,038	5,250
	MT III	189	15,9	0,415	0,426	0,040	3,000
	Rataan per musim	1.191	100	0,504	0,497	0,038	5,250
Luar Pulau Jawa	MT I	548	51,5	0,623	0,527	0,080	6,300
	MT II	450	42,3	0,575	0,425	0,080	4,000
	MT III	66	6,2	0,443	0,322	0,081	2,000
	Rataan per musim	1.064	100	0,592	0,477	0,080	6,300
Agregat	MT I	1.068	47,4	0,573	0,517	0,038	6,300
	MT II	932	41,3	0,548	0,470	0,038	5,250
	MT III	255	11,3	0,422	0,402	0,040	3,000
	Rataan per musim	2.255	100	0,546	0,488	0,038	6,300

Sumber: Data primer, diolah

Terkait dengan jadwal pengairan, awal penggarapan lahan untuk usaha tani padi pada musim tanam I bervariasi. Sebagian besar adalah antara November-Januari. Tergantung ketersediaan tenaga kerja dan traktor serta kondisi blok-blok hamparan lahan sawah, masa olah tanah antardesa bervariasi tetapi pada umumnya diselesaikan dalam waktu kurang dari dua minggu. Sementara itu sekitar seminggu 10 hari sebelum penggarapan lahan, petani telah menyemai benih padi pada bedengan persemaian.

Hampir semua (lebih dari 97%) petani sampel dalam penelitian ini adalah pengguna Varietas Unggul Baru (VUB). Dari berbagai VUB itu yang paling populer pada tahun 2010 dan 2013 adalah Ciherang. Sesudah itu Inpari 32, Inpari 36 dan Situ Bagendit banyak diminati pula. Namun yang menarik, di antara petani tersebut sejak 2010-2021 masih yang menanam IR 64.

Walaupun secara umum mutu benih bersertifikat relatif baik tetapi tingkat partisipasi petani dalam pemanfaatan benih bersertifikat masih di bawah 30% dan antartahun bervariasi. Sebagai contoh, pada tahun 2010 persentase petani yang memanfaatkan benih padi bersertifikat sekitar 20%. Tahun 2013 meningkat menjadi 22%, dan tahun 2016 meningkat lagi menjadi 27%, tetapi pada tahun 2021 turun menjadi sekitar 26%.

Dihitung sejak semai, umur panen VUB berkisar antara 105-120 hari. Terkait dengan itu musim panen untuk musim tanam I pada

sebagian besar lokasi penelitian adalah antara awal minggu kedua Maret sampai pertengahan April.

Rata-rata produksi sekitar 56 kuintal/hektare dan antarmusim bervariasi. Produksi per hektare tertinggi terjadi pada MT I, sedangkan yang terendah pada MT III. Variabilitas produksi per hektare pada musim tanam I relatif lebih rendah daripada musim tanam II dan III (Tabel 2).

Mengacu pada koefisien variasinya dapat disimpulkan bahwa penggunaan *input* per hektare pada MT II tidak banyak berbeda dengan MT I. Namun demikian, tingkat keragaman penggunaan *input* pada MT III relatif lebih tinggi. Hal ini terkait dengan pengalaman petani bahwa risiko usaha tani pada MT III pada umumnya relatif lebih tinggi.

Tabel 3 menyajikan hasil estimasi fungsi produksi usaha tani. Dalam hal ini diasumsikan bahwa selain penggunaan *input*, faktor-faktor lain diperlakukan homogen sehingga tidak disertakan dalam model. Tujuannya untuk mengetahui kondisi secara umum karakteristik produksinya apakah berada dalam kondisi *constant returns to scale* (CRS), *decreasing returns to scale* (DRS), ataukah *increasing returns to scale* (IRS). Untuk itu model yang dipilih dalam estimasi parameter adalah *double log* sehingga koefisien parameter langsung menunjukkan elastisitasnya.

Penjumlahan koefisien parameter atau elastisitas adalah 1.04, tetapi berdasarkan uji statistik tidak berbeda dari satu ($\text{Prob} > F = 0.9235$). Dengan demikian dapat disimpulkan

Tabel 2. Produksi dan penggunaan *input* per hektare usaha tani padi di lokasi penelitian, tahun 2010, 2013, 2016, 2021

	Musim Tanam I		Musim Tanam II		Musim Tanam III		Rataan antarmusim	
	Rataan	C.V (%)	Rataan	C.V (%)	Rataan	c.v (%)	Rataan	C.V (%)
Produksi (kuintal)	57,7	24,00	55,1	24,61	55,0	25,22	56,3	24,49
Benih (kg.)	38,6	33,38	39,4	34,28	43,3	30,43	39,5	33,57
Pupuk kimia:								
• Urea (kg.)	193,4	33,95	197,2	32,49	229,7	26,61	199,1	32,86
• ZA (kg.)	50,7	68,43	51,1	66,80	68,9	54,89	52,9	66,67
• SP36 (kg.)	70,6	47,14	72,2	47,15	76,2	47,49	71,9	47,24
• KCl (kg.)	80,2	32,78	79,6	33,56	77,2	36,44	79,6	33,52
• NPK (kg.)	113,8	44,53	115,5	44,17	138,4	34,95	117,3	43,57
Tenaga kerja (HOK)*	150,2	43,53	148,8	43,29	187,0	43,44	153,8	44,21
Lainnya (Rp.000)	722,4	57,33	729,6	56,74	861,9	51,99	741,2	56,68

Keterangan: *) HOK setara pria termasuk *imputed* tenaga kerja dalam keluarga
Sumber: Data primer, diolah

Tabel 3. Estimasi fungsi produksi padi di lokasi penelitian, tahun 2010, 2013, 2016, 2021

Dep. var: log produksi	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Log luas garapan	0,794	0,029	27,080	0,000	0,736	0,851
Log benih	-0,027	0,019	-1,410	0,160	-0,066	0,011
Log pupuk N	0,111	0,020	5,640	0,000	0,073	0,150
Log pupuk P	0,054	0,019	2,860	0,004	0,017	0,090
log pupuk K	-0,010	0,017	-0,570	0,568	-0,043	0,023
Log tenaga kerja	0,001	0,018	0,060	0,955	-0,035	0,037
Log faktor produksi lainnya	0,078	0,010	7,890	0,000	0,059	0,098
Konstanta	7,508	0,129	58,170	0,000	7,255	7,761

Keterangan: N = 2.255 R-squared = 0,8783 Adj. R-squared = 0,8779
 Sumber: Data primer, diolah

bahwa usaha tani padi di lokasi penelitian tersebut bersifat CRS. Karakteristik usaha tani padi yang berada pada kondisi CRS ini konsisten dengan beberapa kajian sebelumnya (Balogun et al 2021; Pradhan 2018, Cendrawasih et al. 2018; Tinaprilla et al. 2013). Namun hasil analisis Hakim et al. (2021) menggunakan data Survei Pendapatan Rumah Tangga Pertanian 2013 BPS untuk rumah tangga pertanian di Jawa Timur menunjukkan sebagian besar (sekitar 73,50%) berada pada *decreasing returns to scale*, sedangkan *increasing return to scale* sekitar 21,47%, dan *constant return to scale* sekitar 5,03%. Sementara Srisompun dan Isvilanonda (2012) di Thailand dengan menggunakan model Cobb-Douglas menemukan usaha tani juga berada pada *decreasing return to scale*. Artinya untuk meningkatkan produksi bukan melalui peningkatan *input* melainkan melalui peningkatan efisiensi.

Elastisitas produksi terhadap luas garapan adalah 0.79. Artinya, perubahan luas garapan satu persen menyebabkan perubahan produksi sekitar 0,79%. Oleh karena fungsi produksi berada dalam kondisi CRS maka total jumlah elastisitas faktor produksi di luar lahan adalah sekitar 21%. Dengan kata lain, setiap perubahan satu persen total *input* nonlahan (dengan komposisi tetap) menyebabkan perubahan produksi sekitar 0,21%. Fenomena tersebut merupakan indikasi bahwa pada teknologi yang diterapkan pada periodes 2010-2021, luas garapan masih tetap merupakan kontributor utama pertumbuhan produksi padi. Temuan ini konsisten dengan berbagai hasil kajian di berbagai lokasi dan tahun (Kusnadi et al. 2011; Tinaprilla et al. 2013; Cendrawasih et al. 2018; Hidayati et al. 2019; Wu 2020; Chandio et al. 2019; Chikezie et al. 2020, Melati and Mayninda

2020; Ishaq et al. 2017). Meskipun demikian, dengan angka elastisitas 0,21 dapat dinyatakan kontribusi teknologi masih cukup tinggi.

Tingkat Efisiensi Teknis yang Dicapai Petani Padi

Tingkat efisiensi teknis (TE) merupakan indikator dari produktivitas. Istilah produktivitas yang dimaksud dalam konteks ini adalah produksi dibagi total kuantitas *bundle input* yang dipakai. Perlu digarisbawahi bahwa produksi per hektare (yang dalam bahasa keseharian sering diistilahkan sebagai produktivitas) sebenarnya tidak mencerminkan produktivitas yang sesungguhnya karena tidak memperhitungkan faktor produksi di luar lahan. Produksi per hektare adalah *yield* dan itu berbeda dengan produktivitas.

Nilai TE berkisar antara 0-1. Makin efisien, nilai TE makin mendekati 1. Oleh karena konsep efisiensi teknis mengacu pada produktivitas keseluruhan *bundle input* yang digunakan maka tidak ada jaminan bahwa makin tinggi produksi per hektare makin tinggi pula nilai TE-nya. Sebagai ilustrasi, pada penerapan teknologi yang fungsi produksinya seperti pada Tabel 3, misalkan produksi per hektare yang diperoleh petani A adalah 6 ton per hektare, hasil petani B hanya 5 ton per hektare, sedangkan total *input* yang digunakan petani A adalah tiga kali lipat dari petani B. Dalam kasus seperti itu sangat mungkin tingkat efisiensi petani A lebih rendah daripada petani B.

Estimasi TE dapat diperoleh dari estimasi SPF (Coelli et al. 2005). Satuan pengukuran *output* maupun semua *input* yang digunakan model SPF dalam penelitian ini adalah dalam per hektare. Selain informasi yang dihasilkannya

lebih *stright forward*, kegunaan lain dari satuan pengukuran per hektare adalah untuk mengurangi kemungkinan terjadinya heteroskedastisitas.

Dari hasil estimasi fungsi SPF (Lampiran 2) diketahui bahwa rata-rata TE yang dicapai petani padi adalah sekitar 0,753. Rata-rata nilai TE yang dicapai petani di Pulau Jawa (0,771) lebih tinggi daripada petani di Luar Pulau Jawa (0,732). Antarmusim, tingkat efisiensi yang tertinggi adalah pada musim tanam MT I (MH), sedangkan yang terendah pada MT III atau MK II (Tabel 4). Rata-rata nilai TE tersebut tidak jauh berbeda dengan nilai TE usaha tani padi di Cambodia sebesar 0,784 (Kea et al. 2016); di Odhisa, India sebesar 0,791 (Pradhan 2018). Namun, dengan menggunakan teknologi sistem tanam Jajar Legowo, Cendrawasih et al. (2018) menemukan nilai TE lebih tinggi yaitu 0,95, sementara TE dengan sistem tanam konvensional lebih rendah yaitu 0,80. Terkait dengan musim tanam, Hasil penelitian ini tidak konsisten dengan hasil penelitian Saeri et al. (2019) yang menemukan nilai TE pada MK lebih besar dari MH. Dengan demikian TE usaha tani padi sangat bervariasi antarlokasi maupun musim tanam tergantung dari kondisi lahan dan teknologi budi daya yang digunakan (Saptana 2012)

Seleksi Sampel Untuk Estimasi Produktivitas Marginal Pupuk Urea dan NPK

Mengacu pada hasil seleksi sampel (Lampiran 3) diperoleh kesimpulan bahwa nilai

skor dari sudut pandang *plausibilitas* estimasi parameter yang terbaik adalah alternatif B. Akan tetapi dari sudut pandang statistik, nilai skor tertinggi adalah alternatif A. Total nilai skor tertinggi dari dua sudut pandang tersebut adalah alternatif B. Oleh karena itu himpunan sampel yang paling tepat untuk estimasi parameter produktivitas marginal *input* dalam usaha tani padi adalah alternatif B.

Jumlah sampel yang tercakup dalam alternatif B adalah 1506 atau sekitar 66,8% atau sekitar dua per tiga dari keseluruhan sampel dalam penelitian ini. Hal ini dapat dimaknai bahwa dengan asumsi seluruh sampel dalam penelitian ini representatif terhadap populasi petani Indonesia maka setidaknya sekitar dua per tiganya layak dijadikan sampel untuk estimasi parameter produktivitas *marginal input* dalam usaha tani padi. Kriteria Alternatif A, B, dan C dapat dilihat pada Bab Metode Analisis.

Estimasi Fungsi Produksi

Pada estimasi fungsi produksi dengan metode pendugaan *Ordinary Least Square* (OLS) diketahui bahwa Adj-R² mencapai 0,9556. Dengan demikian *goodness of fit* model sangat baik karena lebih dari 95% variasi variabel tak bebas dapat diterangkan oleh variasi variabel bebasnya.

Dalam estimasi parameter, jika asumsinya terpenuhi maka salah satu metode pendugaan yang memenuhi kriteria *Best Linear Unbiased*

Tabel 4. Deskripsi statistik nilai TE petani padi berbasis estimasi fungsi SPF di lokasi penelitian di Pulau Jawa dan Luar Pulau Jawa, tahun 2010, 2013, 2016, 2021

Wilayah	Musim Tanam (MT)	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Pulau Jawa	• MT I	520	0,782	0,131	0,303	0,971
	• MT II	482	0,769	0,140	0,321	0,971
	• MT III	189	0,746	0,157	0,326	0,970
	Rata-rata	1.191	0,771	0,139	0,303	0,971
Luar Pulau Jawa	• MT I	548	0,738	0,167	0,287	0,976
	• MT II	450	0,727	0,170	0,291	0,977
Jawa	• MT III	66	0,724	0,157	0,354	0,963
	Rata-rata	1.064	0,732	0,167	0,287	0,977
	Total	• MT I	1.068	0,759	0,152	0,287
	• MT II	932	0,748	0,156	0,291	0,977
	• MT III	255	0,740	0,157	0,326	0,970
	Rata-rata	2.255	0,753	0,154	0,287	0,977

Sumber: data primer diolah

Estimator (BLUE) adalah *Ordinary Least Square* (OLS). Salah satu asumsi tersebut adalah homoskedastisitas. Namun dari hasil uji homoskedastisitas ternyata asumsi tersebut tak terpenuhi. Oleh karena itu metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *heteroskedastic linear regression two-step GLS estimation*. Hasil estimasi disajikan pada Tabel 5.

Mengacu pada Tabel 5, rata-rata produktivitas marginal pupuk Urea, SP maupun NPK bertanda positif dan nyata pada $\alpha=0,05$. Dengan demikian penambahan dosis pemupukan Urea masih berpengaruh positif pada produksi padi. Sesuai dengan *law of deminishing returns*, pengaruhnya makin kecil dan titik optimalnya adalah pada saat nilainya = 0. Setelah titik itu setiap tambahan

dosis justru akan berpengaruh negatif terhadap kuantitas produksi. Pengaruh positif nyata dari pupuk Urea, SP dan NPK terhadap produksi padi juga diperoleh dari kajian Tinaprilla et al. (2019); Khan et al. (2022); Cendrawasih et al. (2018), dan Hendrani et al. (2022). Faktor-faktor produksi lainnya yang pengaruhnya sangat nyata adalah benih berkualitas dan faktor produksi lainnya yang dalam komponen utamanya adalah pengeluaran untuk pestisida. Hougue and Nonvide (2020) dan Jumiaty et al. (2021) dari hasil penelitiannya menyatakan bahwa benih berkualitas berpengaruh secara nyata terhadap peningkatan produktivitas. Penggunaan tenaga kerja ada indikasi telah berlebih namun tidak nyata.

Tabel 5. Estimasi parameter fungsi produksi padi pada lokasi penelitian, Tahun 2010, 2013, 2016, 2021

Variabel	Coef.	Std. Err.	P> z	[95% Conf. Interval]	
Luas garapan (ha)	4613,689	365,120	0,000	3898,068	5329,311
Benih (kg)	4,132	1,809	0,022	0,587	7,677
Kualitas benih (0=rendah, 1=tinggi)	138,089	29,566	0,000	80,141	196,037
Pupuk buatan					
• Urea (kg)	1,160	0,380	0,002	0,416	1,904
• ZA (kg)	0,744	0,765	0,331	-0,755	2,244
• SP 36 (kg)	5,232	0,631	0,000	3,995	6,469
• KCl (kg)	1,728	3,541	0,626	-5,212	8,668
• NPK (kg)	1,196	0,491	0,015	0,234	2,157
Tenaga kerja (HOK setara pria)	-0,580	0,563	0,303	-1,685	0,524
Lainnya (Rp000)	0,087	0,059	0,142	-0,029	0,203
Variabel boneka IP padi (base: IP = 1)					
• IP = 2	356,061	56,722	0,000	244,888	467,235
• IP = 3	178,026	59,096	0,003	62,199	293,853
Status garapan (0=milik, 1=bukan milik)	-9,263	25,938	0,721	-60,101	41,575
Variabel boneka MT (base: MT I)					
• MT II	-152,621	23,689	0,000	-199,050	-106,192
• MT III	-137,430	35,355	0,000	-206,724	-68,135
Variabel boneka Tahun (base: 2010)					
• Tahun 2013	61,044	35,899	0,089	-9,317	131,404
• Tahun 2016	-29,134	43,330	0,501	-114,059	55,792
• Tahun 2021	61,851	43,722	0,157	-23,843	147,546
Wilayah (0=P. Jawa, 1=Luar P Jawa)	-370,125	28,612	0,000	-426,204	-314,046
Konstanta	-110,806	68,417	0,105	-244,902	23,289
Insigma2					
▪ Urea per hektare	-0,005	0,001	0,000	-0,006	-0,003
▪ NPK per hektare	-0,009	0,001	0,000	-0,011	-0,007
▪ Konstanta	13,704	0,221	0,000	13,270	14,138

Keterangan: *Heteroskedastic linear regression* Number of obs = 1506
Two-step GLS estimation Wald chi2(19) = 35438,57
 Prob > chi2 = 0,0000 Wald test of Insigma2=0: chi2(2) = 97,05
 Prob > chi2 = 0,000

Dari Tabel 5 juga tampak bahwa dengan kondisi faktor-faktor lainnya dianggap tetap maka produksi yang dicapai pada unit-unit usaha tani padi dengan IP 2 maupun IP 3 lebih tinggi daripada IP 1. Hal ini terkait dengan pasokan air irigasi. Secara empiris jika pasokan air irigasi yang tersedia cukup untuk memenuhi kebutuhan air bagi usaha tani padi 2 kali setahun maka pada umumnya petani mengusahakan tanaman padi dua kali dalam setahun dan jika memungkinkan untuk mengusahakan tanaman padi 3 kali maka akan menerapkan IP 3. Faktanya pada penelitian ini tingkat partisipasi petani pada IP 1 adalah yang terendah. Tingkat partisipasi tertinggi adalah pada IP 2.

Nilai negatif koefisien variabel boneka MT II dan MT III menunjukkan bahwa dengan kondisi faktor-faktor lainnya tetap maka produksi tertinggi terjadi pada MT I, sedangkan yang terendah adalah pada MT III. Tanaman padi membutuhkan air pada tingkat tertentu meskipun tidak selalu tergenang sepanjang tahun (Sumaryanto et al. 2017). Selanjutnya tampak pula bahwa meskipun koefisien peubah boneka untuk tahun 2013 dan 2021 bertanda positif dan untuk tahun 2016 bertanda negatif, secara statistik dapat disimpulkan bahwa produksi pada 2010, 2013, 2016 dan 2021 pada dasarnya tidak berbeda.

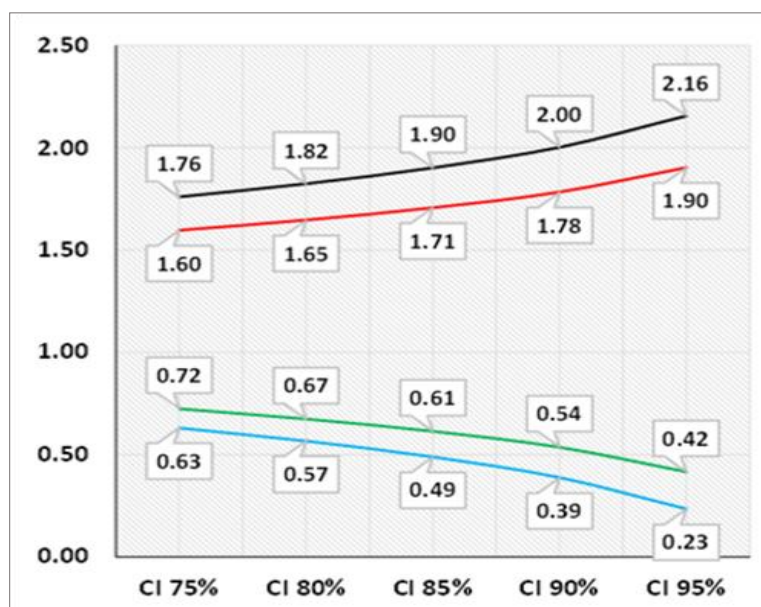
Rata-rata nilai produktivitas marginal pupuk Urea adalah 1,160, sedangkan untuk pupuk NPK adalah sekitar 1,196. Sesuai dengan tujuan penelitian, pembahasan selanjutnya tidak ditekankan pada nilai rata-rata tetapi pada

kisarannya. Tampak bahwa pada selang kepercayaan (*confidence interval* – CI) 95%, kisaran rasio untuk pupuk Urea adalah 0,546 – 1,983, sedangkan untuk pupuk NPK adalah 0,353 – 2,218.

Kisaran Rasio Harga Pupuk Urea dan NPK

Nilai batas atas dan batas bawah kisaran tergantung pada CI yang digunakan. Makin tinggi CI, makin lebar kisarannya. Pada Gambar 2 disajikan batas atas dan batas bawah rasio harga Urea dan NPK terhadap harga gabah pada selang kepercayaan (CI) 75% sampai dengan 95%. Pada Gambar 2 itu dua garis yang ada di dalam (merah muda dan hijau) merepresentasikan kisaran rasio untuk pupuk Urea, sedangkan dua garis terluar (warna merah tua dan biru) adalah untuk pupuk NPK. Mengacu pada konsep CI maka dapat dinyatakan dengan tingkat kepercayaan 95%, dapat dipastikan rasio harga pupuk Urea maupun NPK terhadap harga gabah panen terletak pada kisaran seperti yang tertera pada Gambar 2.

Dari estimasi kisaran rasio dengan tingkat CI yang berbeda-beda tersebut diperoleh tiga temuan penting berikut. Pertama, makin tinggi CI makin lebar kisarannya. Sebagai contoh, pada CI 75% kisaran rasio untuk pupuk Urea adalah 0,72-1,60, sedangkan untuk pupuk NPK 0,63-1,76. Pada CI 95%, untuk pupuk Urea adalah antara 0,42-1,90, sedangkan untuk pupuk NPK antara 0,23-2,16. Kedua, kisaran rasio pupuk Urea lebih sempit daripada NPK. Hal ini menunjukkan



Gambar 2. Kisaran rasio harga pupuk urea dan NPK terhadap harga gabah kering panen yang setara produktivitas marginalnya

bahwa pada dosis pemupukan yang diterapkan oleh petani dalam kurun waktu 2010-2021, respons produksi terhadap pupuk Urea relatif lebih inelastis. Ketiga, laju perubahan (*gradient*) rasio pupuk Urea relatif lebih landai daripada pupuk NPK yang dapat diartikan bahwa untuk kenaikan CI yang sama perubahan nilai batas atas dan batas bawah dalam kisaran rasio harga pupuk Urea relatif lebih sedikit jika dibandingkan rasio pupuk NPK. Hal ini konsisten dengan hasil estimasi fungsi produksi yang menunjukkan bahwa respons produksi terhadap pupuk Urea yang lebih inelastis jika dibandingkan dengan NPK.

Implementasi Hasil Penelitian Untuk Penentuan Harga Pupuk Urea dan NPK

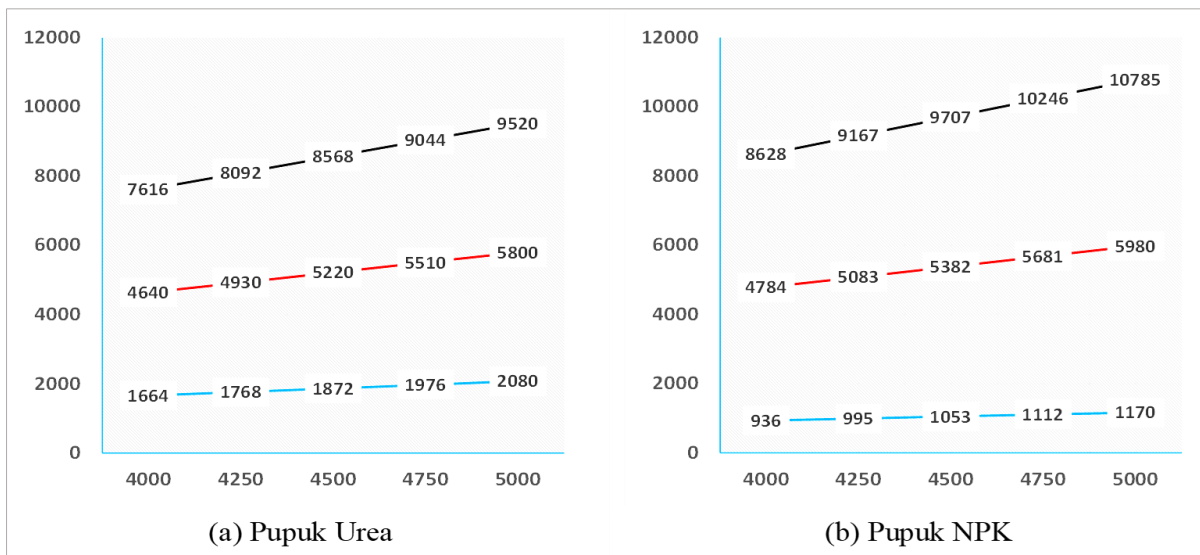
Pada Gambar 3 disajikan batas atas, rata-rata dan batas bawah harga pupuk Urea dan NPK pada beberapa tingkat harga gabah kering panen. Dalam hal ini selang kepercayaan yang digunakan mengacu pada level CI yang lazim digunakan dalam ilmu-ilmu sosial ekonomi yaitu 95%. Tampak jika harga gabah kering panen tingkat petani Rp4.000/kg maka kisaran harga Urea di tingkat petani yang setara dengan produktivitas marginalnya adalah antara Rp1.664/kg-Rp7.616/kg, sedangkan rata-ratanya adalah Rp4.640/kg. Dengan urutan yang sama, untuk pupuk NPK kisarannya adalah antara Rp936/kg-Rp8.628/kg dengan rata-rata Rp4.784/kg. Selanjutnya, dengan asumsi teknologi yang diterapkannya tetap maka jika harga gabah kering panen tingkat petani Rp5.000/kg, kisaran harga untuk pupuk Urea

yang nilainya setara dengan produktivitas marginalnya adalah Rp2.080 /kg-Rp9.520/kg sementara itu untuk pupuk NPK berkisar antara Rp1.170/kg-Rp10.785/kg.

Pada Gambar 3 itu tampak bahwa seiring naiknya harga gabah, senjang harga antara batas atas dan batas bawah untuk pupuk NPK melebar lebih cepat daripada yang terjadi pada pupuk Urea, namun untuk batas bawah perubahannya sangat kecil. Dalam perumusan kebijakan subsidi pupuk terutama dalam konteks penentuan harga subsidi pupuk Urea dan NPK hal ini perlu dikaji lebih lanjut.

Pada saat ini harga pupuk Urea bersubsidi adalah Rp2.250/kg, sedangkan pupuk NPK adalah Rp2.300/Kg (Peraturan Menteri Pertanian Nomor 41 Tahun 2021), sedangkan harga gabah kering panen rata-rata selama Bulan Agustus 2022 adalah Rp4.865/kg. Dengan demikian untuk sebagian besar petani harga tersebut tercakup dalam kisaran rasio yang setara produktivitas marginalnya dan berada pada rentang antara batas bawah rataannya.

Di lapangan harga gabah kering tingkat petani bervariasi antarlokasi maupun antarwaktu. Variasi harga gabah kering panen dipengaruhi oleh mutu gabah, kinerja logistik maupun posisi tawar petani dalam pasar gabah. Dalam perumusan kebijakan harga pupuk bersubsidi faktor-faktor tersebut dipertimbangkan tetapi tidak mungkin dapat menampung semua keragaman tersebut. Dari aspek teknis penghitungan tidak sulit dilakukan tetapi hasilnya sulit diimplementasikan jika terlampau detail. Dengan demikian strategi yang dapat ditempuh



Gambar 3. Batas atas, rata-rata dan batas bawah harga pupuk Urea dan NPK pada skenario harga gabah kering panen tingkat petani antara Rp4.000/kg-Rp5.000/kg.

adalah memanfaatkan rata-tata tertimbang harga gabah kering panen tersebut. Pembobotnya adalah volume produksi gabah yang secara empiris korelasi positifnya dengan luas panen cukup tinggi karena variasi produksi per hektare tidak terlampaui lebar.

Dari sudut pandang teori, rayonisasi dalam penentuan harga pupuk bersubsidi dapat dilakukan dengan cara mengestimasi fungsi produksi pada masing-masing rayon. Akan tetapi implementasinya di lapangan belum tentu rayonisasi tersebut efektif. Alasannya, pengawasan implementasi kebijakan tata niaga bukanlah perkara sederhana (Suryana et al. 2016; Susilowati 2021). Seperti halnya barang ekonomi lainnya, pasokan cenderung mengalir ke pasar yang permintaannya lebih tinggi dan insentif lebih tinggi pada pedagang.

Estimasi penentuan HET pupuk bersubsidi yang realistis pernah ditetapkan menggunakan konsep sederhana yaitu melalui pendekatan Rumus Tani (Pokja Khusus Perumusan Kebijakan Pupuk (2016). Pada Rumus Tani tersebut terdapat komponen harga pupuk Urea. Rumus Tani dahulu digunakan untuk menentukan besarnya harga dasar gabah (HD) yang harus ditetapkan pemerintah agar petani tertarik untuk memproduksi. Harga dasar (HD) gabah ditetapkan untuk pertama kalinya pada tahun 1969 dengan menggunakan Rumus Tani tersebut yaitu 1 kg padi = 1 kg pupuk Urea. Dengan demikian Rumus Tani pada dasarnya lebih ditujukan untuk menghitung harga dasar gabah, memperhitungkan harga pupuk Urea. Digunakan komponen harga pupuk Urea, karena jenis pupuk tersebut yang paling banyak digunakan sebelum diperkenalkan pupuk majemuk NPK.

Dalam implementasi, jika harga pupuk bersubsidi dinaikkan maka – setidaknya dalam jangka pendek – biaya usaha tani padi yang ditanggung petani meningkat. Untuk itu perlu ada kompensasi lain yang sifatnya tidak bertentangan dengan tujuan peningkatan efisiensi. Salah satu bentuk kompensasi yang dipandang paling tepat adalah perbaikan infrastruktur terutama jalan perdesaan dan irigasi. Penelitian Suryani (2015) menunjukkan bahwa dampak langsung dan tidak langsung dari perbaikan infrastruktur tersebut terhadap produksi padi adalah positif dan nyata. Perbaikan infrastruktur irigasi juga diperlukan untuk meningkatkan kapasitas adaptasi petani padi terhadap perubahan iklim karena proporsi petani yang kapasitas adaptasinya tinggi hanya sekitar 14%, sedangkan yang termasuk kategori sedang sekitar 70% (Sumaryanto 2013).

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Kesimpulan

Dari sudut pandang petani, rasionalitas harga pupuk dikaitkan dengan harga jual gabah yang dihasilkannya. Antarpetani, besaran kenaikan harga tersebut bervariasi dan kisarannya ditentukan oleh produktivitas usaha tani padi dan harga jual produksi padinya. Oleh karena itu determinannya adalah efisiensi teknis usaha tani padi yang dicapai petani.

Kajian ini telah mengestimasi kisaran rasio harga pupuk Urea dan NPK yang setara dengan produktivitas marginalnya. Agar asumsi yang melandasi penerapan prinsip penyetaraan harga *input* dengan nilai produktivitas marginal *input* terpenuhi maka pendugaannya berbasis pada sampel yang rasional berada pada kisaran rata-rata efisiensi teknis dengan galat bakunya. Fungsi produksi yang digunakan untuk mengestimasi kisaran rasio harga pupuk Urea dan NPK berbasis pendekatan model regresi heteroskedastik karena asumsi homoskedastisitas tidak terpenuhi.

Kisaran rasio harga mengacu pada estimasi interval dengan tingkat kepercayaan 95% dan diperoleh temuan bahwa kisaran rasio harga pupuk NPK relatif lebih lebar daripada pupuk Urea. Kisaran dan rata-rata untuk masing-masing jenis pupuk tersebut adalah (i) untuk pupuk Urea adalah 0,416-1,904 dengan rata-rata 1,160, dan (ii) untuk pupuk NPK adalah 0,234-2,257 dengan rata-rata 1,196. Dengan demikian misalkan harga gabah kering panen Rp5.000/kg maka kisaran harga pupuk Urea/kg adalah Rp2.080-Rp9.520 dengan rata-rata Rp5.800. Dengan urutan yang sama, untuk pupuk NPK/kg adalah Rp1.170-Rp10.785 dengan rata-rata Rp5.980.

Harga pupuk Urea dan NPK bersubsidi yang berlaku pada saat ini lebih rendah dari nilai produktivitas marginalnya. Rasionalitas lebih rendah dari rata-ratanya, namun lebih tinggi daripada batas bawahnya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa peluang untuk melakukan peningkatan harga pupuk bersubsidi cukup terbuka.

Implikasi Kebijakan

Hasil kajian ini dapat dimanfaatkan dalam penentuan harga pupuk ataupun harga gabah kering panen. Mengacu pada prioritas kebijakan dan pertimbangan empiris untuk mengimplementasikannya, kajian ini diorientasikan untuk menentukan harga pupuk bersubsidi.

Kisaran rasio harga dari estimasi yang dihasilkan dari kajian ini dapat dijadikan salah satu acuan dalam penentuan harga pupuk bersubsidi. Dengan skenario harga gabah kering panen di tingkat petani, dapat disusun beberapa tingkat harga masing-masing pupuk yang dikaji. Keputusan mengenai besaran mana yang akan diambil tentu saja membutuhkan pertimbangan lain yang terkait dengan orientasi kebijakan. Jika orientasinya dititikberatkan pada aspek efisiensi maka rasio harga yang dapat diambil adalah mengarah ke batas atas. Di sisi lain, jika berdasarkan kondisi empiris disimpulkan bahwa tingkat efisiensi yang dicapai mayoritas petani padi masih rendah dan upaya “membantu” petani lebih diutamakan maka rasio harga yang diambil mengarah ke batas bawah.

Kebijakan meningkatkan harga pupuk Urea dan NPK bersubsidi sebaiknya dilakukan menjelang musim tanam I (musim hujan) tahun 2023, bukan pada tahun 2022 ini. Alasannya: (i) pada saat ini kondisi sosial ekonomi petani masih berada pada tahap awal pemulihan ekonomi dari dampak negatif Covid-19, dan (ii) sejak pertengahan April 2022 harga berbagai kebutuhan pokok meningkat.

Jika harga pupuk Urea dan NPK bersubsidi dinaikkan maka perlu ada kompensasi agar motivasi petani untuk berusaha tani tetap tinggi. Salah satu kompensasi yang disarankan adalah perbaikan infrastruktur, terutama infrastruktur irigasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiraputra P, Supyandi D. 2021. Efektivitas kebijakan subsidi pupuk di Desa Sukaasih Kecamatan Sukatani Kabupaten Bekasi. *Mimbar Agribisnis: J Pemikir Masy Ilm Berwawas Agribis*. 7(1):594-606
- Adnyana ICP, Mohhtar MS. 2019. Optimalisasi kinerja sistem distribusi pupuk bantuan pemerintah di Provinsi NTB. *SOCA*. 13 (2):1-17. doi.org/10.24843/SOCA.2019.v13.i02.p 05
- Balogun OL, Adeyonu AG, Ayantoye K. 2021. Farmers' entrepreneurial competencies and technical efficiency of rice farms. *Rev Agric Applied Econ*. 24(2):12-19 doi: 10.15414/raae.2021.24.02.12-19
- Chandio AA, Jiang Y, Gessesse AT, Dunya R. 2019. The nexus of agricultural credit, farm size and technical efficiency in Sindh, Pakistan: A stochastic production frontier approach. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 18 (2019) 348–354
- Cendrawasih RR, Tinaprilla N, Adhi AK. 2018. Efisiensi teknis usaha tani padi pada sistem tanam jajar legowo di Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur. *J Agro Ekon*. 36(2):149-162 DOI: doi.org/10.21082/jae.v36n2.2018.149-162 149
- Chikezie C, Benchendo GN., Ibeagwa OB, Oshaji IO, Onuzulu OA. 2020. Analysis of technical efficiency among rice farmers in ebonny state of nigeria: a stochastic frontier approach. *J Agric Food Sci*. 18(1):40-49. <https://doi.org/10.4314/jafs.v18i1.4>
- Coelli TJ, Rao DSP, O'Donnell CJ, Battese GE. 2005. *An introduction to efficiency and productivity analysis second edition*. New York (US): Springer Science+Business Media, Inc.
- Debertin D L. 2012. *Agricultural production economics*. New York (US): Macmillan Publishing Company.
- European Commission. 2020. *A strategy for smart, sustainable and inclusive growth* [Internet]. NCVER; [cited 19 July 2022] Available from:<http://hdl.voced.edu.au/10707/89925>.
- Fahmid IM, Jamil A, Wahyudi, Agustian A, Hatta M, Aldillah R, Yofa RD, Sumedi, Sumaryanto, Susilowati SH. 2022. Study of the impact of increasing the highest retail price of subsidized fertilizer on rice production in Indonesia. *Open Agric* ISSN: 2391-9531. 7(1):348-359. <https://doi.org/10.1515/opag-2022-0087>
- Farrel, M.J. 1957. The measurement of productive efficiency. *JSTOR*. 120(3):253-281.
- Gilbert JR, Jayne TS, Chirwa E. 2011. Subsidies and crowding out: a double-hurdle model of fertilizer demand in Malawi. *Am J Agric Econ*. 93(1):26–42; doi: 10.1093/ajae/aaq122
- Gujarati DN. 2004. *Basic econometrics*. 4th ed. New York (US): McGraw-Hill Companies
- Hakim R, Haryanto T, Sari DW. 2021. Technical efficiency among agricultural households and determinants of food security in East Java, Indonesia. *Sci Reports* 11:4141. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83670-7>
- Heliantoro & Juwana H. 2018. Prespektif praktek kebijakan subsidi dalam kaitannya dengan rencana penyempurnaan kebijakan subsidi pupuk menuju kedaulatan pangan di Indonesia. *J Komun Huk*. 4(2):37-65.
- Hendrani Y, Nugraheni S, Karliya N. 2022. Technical efficiency of paddy farming in West Java: a combination of synthetic and organic fertilisers versus conventional farming. *J Agr Rural Develop Trop Subtrop*. 123(1):51-62.
- Hidayati B, Yamamoto N, Kano H. 2019. Investigation of production efficiency and socio-economic factors of organic rice in Sumber Ngepoh District, Indonesia. *J Central Europ Agric*. 20(2):748-758. DOI: /10.5513/JCEA01/20.2.2143
- Houngue V, Nonvide GMA. 2020. Estimation and determinants of efficiency among rice farmers in Benin. *Cogent Food and Agric*. 6(1): 1-21. DOI: <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1819004>.
- Ishaq M, Rumiati AT, Permatasari EO. 2017. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi padi di Provinsi Jawa Timur menggunakan regresi Sem Parametrik Spline. *J Sains dan seni ITS*. 5(2):420-425. doi.org/10.12962/j23373520.v6i1.22451

- Jayne TS. and Rashid S. 2013. Input subsidy programs in sub-Saharan Africa: A synthesis of recent evidence. *Agric Econ.* 44(6):547–562. doi:10.1111/agec.12073
- Jumiati E, Sulistyono A, Machmuddin N, and Jafar R. 2021. Technical efficiency of upland and lowland rice farming in border area using MLE frontier production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.748.012021, doi:10.1088/1755-1315/748/1/012021
- Kea S, Li H & Pich. 2016. Technical efficiency and its determinants of rice production in Cambodia. *Economies* 4, 22: 1-17; doi:10.3390/economies4040022
- Kelly E, Latruffe L, Desjeux Y, Ryan M, Uthes S, Diazabakana A, Dillon E, Finn J. 2017. Sustainability indicators for improved assessment of the effects of agricultural policy across the EU: Is FADN the answer? *Ecological Indicators*. 89(2):903-911. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.12.053>
- Khan S, Shah SA, Ali S, Ali A, Almas LK, and Shaheen S. 2022. Technical efficiency and economic analysis of rice crop in Khyber Pakhtunkhwa: a stochastic frontier approach. *Agric.* 12(4):1-15. <https://doi.org/10.3390/agriculture12040503>.
- Kusnadi N, Tinaprilla N, Susilowati SH, Purwoto A. 2011. Analisis efisiensi usahatani padi di beberapa sentra produksi padi di Indonesia. *J Agro Ekon.* 29(1): 25-48. DOI: <http://dx.doi.org/10.21082/jae.v29n1.2011.25-48>.
- Mason NM and Jayne TS. 2013. Fertiliser subsidies and smallholder commercial fertiliser purchases: Crowding out, leakage and policy implications for Zambia. *J Agric Econ*, 64(3):558–582. doi:10.1111/1477-9552.12025
- Melati FC, Mayninda YP. 2020. Technical efficiency of rice production using the stochastic frontier analysis approach: Case in East Java Province. *Ekulilibrium: J Ilmu Ekon.* 15(2):170-179.
- Pokja Khusus Perumusan Kebijakan Pupuk. 2016. Profil petani dan reformasi subsidi pupuk. Jakarta. (ID): Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian.
- Pradhan AK. 2018. Measuring technical efficiency in rice productivity using Data Envelopment Analysis: A study of Odisha. *International Journal of Rural Management* 14(1): 1–21. DOI: 10.1177/0973005217750061
- Prihantini CI dan Lutfianto. 2019. Analisis saluran distribusi sarana pertanian (saprota) pupuk di Kabupaten Pamekasan. *Agrimor.* 4(4):45-48. <https://doi.org/10.32938/ag.v4i4.820>
- Saptana. 2012. Konsep Efisiensi Usahatani Pangan dan Implikasinya bagi Peningkatan Produktivitas Forum Penelit Agro Ekon. 30(2): 109 -128.
- Saeri M, Hanani N, Setyawan B, Koestiono. 2019. Technical efficiency of rice farming during rainy and dry seasons in Ngawi District of East Java Province, Indonesia. *RJOAS.* 7(91): 270-277. DOI 10.18551/rjoas.2019-07.31.
- Sumaryanto. 2013. Estimasi kapasitas adaptasi petani padi terhadap cekaman lingkungan usaha tani akibat perubahan iklim. *J Agro Ekon.* 31(2):115-141.
- Sumaryanto, Hermanto, Maulana M, Suryadi M, Ariningsih E, Indraningsih KS, Suryani E, Karfakis P. 2017. Household vulnerability to food insecurity resulting from climate change: impact assessment, profiling and mapping of vulnerable household and policies. [Final Report]. Bogor (ID): Indonesian Center for Agricultural Socio-Economics and Policy Studies in collaboration with Food And Agriculture Organization.
- Suryani E, Hartoyo S, Sinaga BM, Sumaryanto. 2015. Pendugaan elastisitas penawaran output dan permintaan input pada usaha tani padi dan jagung: pendekatan multiinput-multioutput. *J Agro Ekon.* 33(2):91-106.
- Susilowati SH, Mardianto S, Agustian A, Sumedi, Yofa RD. 2021. Restrukturisasi kebijakan subsidi pupuk untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas subsidi. Dalam: Bunga Rampai Forum Komunikasi Profesor Riset: Ragam pemikiran analisis kebijakan Pertanian 2021. Penyunting, Nur Richana et al. Hal: 232-249. Jakarta (ID): IAARD Press.
- Srisompun O, Isvilanonda S. 2012. Efficiency change in Thailand rice production: evidence from panel data analysis. *J Develop Agric Econ.* 4(4):101-108. DOI: 10.5897/JDAE11.122
- Suryana A, Agustian A, Yofa RD. 2016. Alternatif kebijakan penyaluran subsidi pupuk bagi petani pangan. *Anal Kebijak Pertan.* 14(1):35-54
- Susilowati SH. 2016. Urgensi dan opsi perubahan kebijakan subsidi pupuk. *Anal Kebijak Pertan.* 14(2):163-185 DOI: <http://dx.doi.org/10.21082/akp.v14n2.2016.163-185>
- Takeshima H and Nkonya E. 2014. Government fertilizer subsidy and commercial sector fertilizer demand: evidence from the federal market stabilization program (FMSP) in Nigeria. *Food Policy.* 47:1–12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.04.009>
- Tinaprilla N, Kusnadi N, Sanim B, Hakim B. 2013. Analisis efisiensi teknis usahatani padi di Jawa Barat Indonesia. *J Agribis.* 7(1):15-34. DOI: 10.15408/aj.v7i1.5168
- Wu W. 2020. Estimation of technical efficiency and output growth decomposition for small-scale rice farmers in Eastern India. A stochastic frontier analysis. *J Agribus Develop Emerg Econ.* 10(2):139-156. DOI 10.1108/JADEE-05-2019-0072
- Zulaiha AR, Nurmalina R, Sanim B. 2018. Kinerja subsidi pupuk di Indonesia. *J Aplik Manaj Bisnis.* 4(2):271-282. DOI: <http://dx.doi.org/10.17358/jabm.4.2.271>

Lampiran 1. Jumlah sampel menurut lokasi penelitian, musim tanam, dan tahun

Lokasi penelitian dan tahun survey	Musim Tanam I	Musim Tanam II	Musim Tanam III	Total
Tahun 2013(hasil survey dalam kajian "Kebijakan Pengembangan Perbenihan Nasional")				
Nanggro Aceh Darussalam	31	30	0	61
Sumatera Utara	35	36	0	71
Sumatera Barat	46	38	22	106
Riau	10	9	0	19
Jambi	50	33	2	85
Sumatera Selatan	51	28	0	79
Lampung	57	51	0	108
Banten	43	40	0	83
Jawa Barat	58	56	0	114
Jawa Tengah	59	57	29	145
D.I. Yogyakarta	45	44	15	104
Jawa Timur	52	36	26	114
Kalimantan Barat	38	29	0	67
Kalimantan Tengah	40	33	0	73
Kalimantan Selatan	30	6	0	36
Nusa Tenggara Barat	45	39	28	112
Sulawesi Tengah	39	38	0	77
Sulawesi Selatan	20	19	8	47
Total 2013	749	622	130	1.501
Data Patanas 2010				
Sumatera Utara	8	13	0	21
Jawa Barat	55	49	0	104
Jawa Tengah	25	24	18	67
Jawa Timur	32	28	28	88
Sulawesi Selatan	10	19	2	31
Total 2010	130	133	48	311
Data Patanas 2016				
Sumatera Utara	8	7	0	15
Jawa Barat	39	39	1	79
Jawa Tengah	17	17	16	50
Jawa Timur	22	20	16	58
Sulawesi Selatan	15	8	0	23
Total 2016	101	91	33	225
Data Patanas 2021				
Sumatera Utara	6	3	2	11
Jawa Barat	38	37	6	81
Jawa Tengah	15	15	15	45
Jawa Timur	20	20	19	59
Sulawesi Selatan	9	11	2	22
Total 2021	88	86	44	218
Total jumlah sampel	1.068	932	255	2.255

Lampiran 2. Hasil estimasi fungsi SPF

Stoc. frontier normal/half-normal model

Number of obs = 2,255

Wald chi2(16) = 244.09

Log likelihood = 83.803291

Prob > chi2 = 0.0000

Variabel tak bebas: Log produksi (Kg/Ha)	Koefisien	Std. Err	P> z
Log Benih (Kg/Ha)	0.017	0.015	0.253
Kualitas benih (0=rendah, 1=tinggi)	0.020	0.010	0.051
Log Pupuk buatan_a (Kg. setara N/Ha)	0.042	0.014	0.004
Log Pupuk buatan_b (Kg. setara P/Ha)	0.024	0.013	0.062
Log Pupuk buatan_c (Kg. setara K/Ha)	-0.014	0.011	0.175
Log Tenaga kerja (HOK setara pria)	0.007	0.013	0.609
Log Lainnya (Rp.000/Ha)	0.039	0.007	0.000
Status garapan (0=milik, 1=bukan milik)	0.008	0.010	0.404
Crop Index_2 (base: Crop Index_1)	0.051	0.018	0.004
Crop Index_3 (base: Crop Index_1)	0.024	0.020	0.216
Musim Tanam_2 (base: Musim Tanam_1)	-0.040	0.009	0.000
Musim Tanam_3 (base: Musim Tanam_1)	-0.049	0.015	0.001
Tahun 2013 (base: Tahun 2010)	-0.005	0.015	0.720
Tahun 2016 (base: Tahun 2010)	-0.022	0.019	0.246
Tahun 2021 (base: Tahun 2010)	0.014	0.019	0.449
Wilayah (0=P. Jawa, 1=Luar P. Jawa)	-0.077	0.011	0.000
Konstanta	8.356	0.110	0.000
/lnsig2v	-5.057	0.125	0.000
/lnsig2u	-1.846	0.041	0.000
sigma_v	0.080	0.005	
sigma_u	0.397	0.008	
sigma2	0.164	0.006	
lambda	4.981	0.011	

LR test of sigma_u=0: chibar2(01) = 4.1e+02

Prob >= chibar2 = 0.000

Lampiran 3. Skor tiap alternatif dalam rangka seleksi sampel yang “representatif”

	Alternatif A		Alternatif B		Alternatif C		Skor		
	Koef.	P> z	Koef.	P> z	Koef.	P> z	A	B	C
luas garapan	4591.03	0.00	4937.48	0.00	1519.80	0.00	2	3	1
Benih	-0.09	0.95	3.48	0.04	9.65	0.00	1	3	2
Dbenih	134.83	0.00	152.78	0.00	170.45	0.00	2	2	2
pupuk N	3.91	0.00	2.55	0.00	2.51	0.01	2	2	2
pupuk P	3.64	0.01	12.74	0.00	24.73	0.00	3	2	1
pupuk K	-1.03	0.66	-4.49	0.17	30.77	0.00	2	2	2
tenaga kerja	1.20	0.01	-0.41	0.51	2.09	0.01	2	2	2
Faktor produksi lainnya	0.39	0.00	0.25	0.00	0.03	0.76	2	3	1
_lcrop_ind~2	283.62	0.00	323.95	0.00	334.51	0.00	2	2	2
_lcrop_ind~3	195.58	0.00	148.90	0.02	42.58	0.64	2	2	1
_lstatgar_1	-24.21	0.24	-29.88	0.30	-53.00	0.23	2	2	2
_lMUSIM_TA~2	-124.30	0.00	-180.84	0.00	-128.03	0.00	2	2	2
_lMUSIM_TA~3	-139.05	0.00	-141.43	0.00	-169.63	0.01	2	2	2
_ltahun_2013	-52.00	0.06	41.87	0.29	42.52	0.48	2	2	2
_ltahun_2016	-146.90	0.00	-80.74	0.11	-27.72	0.73	2	2	2
_ltahun_2021	14.76	0.68	53.18	0.31	49.16	0.54	2	2	2
_lpulau_1	-237.37	0.00	-361.60	0.00	-364.51	0.00	2	2	2
_lcons	-49.86	0.39	-54.68	0.44	-3.67	0.97			
Jumlah skor dari sudut pandang “plausibility” menurut teori ekonomi							34	37	30
AIC	10034.11		22837.98		34975.50		3	2	1
BIC	10116.76		22933.69		35077.52				
N	729		1506		2138		1	2	3
Adj._R ²	0.985		0.956		0.909		3	2	1
Jumlah skor dari sudut pandang teori statistik							7	6	5
Total jumlah skor							41	43	35