

MODEL KEBIJAKAN TEKNOLOGI DALAM MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM

TECHNOLOGY POLICY MODEL IN DEALING WITH CLIMATE CHANGE

Anggara Hayun A^{1)*}, Machfud²⁾, Ani Suryani²⁾, Sutrisno²⁾

¹⁾Pusat Pengkajian Kebijakan Peningkatan Daya Saing,
Kedeputan Pengkajian Kebijakan Teknologi, BPPT
Email: hayun_its@yahoo.co.uk

²⁾Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga PO Box 220, Bogor 16002

ABSTRACT

The research aimed to create a technology policy model in dealing with climate change. The model focused on rice postharvest technology, which consisted of four sub-models: technology policy evaluation, technology capabilities measurement, determining the category of climate change, and technology policy formulation. This study used Analytical Hierarchy Process, Non Numeric MultiExpertMultiCriteria Decision Making (ME-MCDM), Delphi, and fuzzy inference System. Results of the study were technology policy scenario in dealing with climate change. Technology policy scenario focused on wet climate change.

Keywords: technology policy, technology policy evaluation, technology capabilities, wet climate, technology policy formulation

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menyusun model kebijakan teknologi dalam menghadapi keragaman iklim dengan fokus pada kebijakan teknologi pascapanen padi dalam menghadapi perubahan iklim. Model kebijakan teknologi terdiri dari sub model evaluasi kebijakan teknologi, sub model pengukuran kemampuan teknologi, sub model penentuan kategori perubahan iklim dan sub model formulasi kebijakan teknologi. Analisis yang digunakan dalam studi ini adalah *Analytical Hierarchy Process, Non Numeric Multi Expert Multi Criteria Decision Making (ME-MCDM), Delphi, dan fuzzy inference System*. Hasil dari penelitian berupa skenario kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim. Skenario kebijakan teknologi difokuskan pada perubahan iklim basah.

Kata kunci: kebijakan teknologi, evaluasi kebijakan teknologi, kemampuan teknologi, perubahan iklim, formulasi kebijakan teknologi.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim (anomali iklim) di Indonesia yang paling dominan dipengaruhi oleh fenomena El-Nino dan La-Nina yang menyebabkan kekeringan atau banjir. El-Nino adalah kejadian iklim dimana terjadi penurunan jumlah dan intensitas curah hujan akibat naiknya suhu permukaan laut di wilayah Samudra Pasifik Selatan yang mendorong mengalirnya massa uap air di wilayah Indonesia ke arah Timur. Sebaliknya, La-Nina adalah kejadian iklim di mana terjadi peningkatan jumlah dan intensitas curah hujan hingga memasuki musim kemarau akibat penurunan suhu permukaan laut di wilayah Samudra Pasifik Selatan yang memperkaya massa uap air di wilayah Indonesia (Las *et al.*, 2011; Surmaini *et al.*, 2008; Las, 2008). Perubahan iklim yang dipengaruhi oleh fenomena El-Nino mengakibatkan terjadinya kekeringan, sedangkan perubahan iklim yang dipengaruhi oleh fenomena La-Nina mengakibatkan terjadinya banjir.

Perubahan pola curah hujan merupakan indikator yang paling penting untuk melihat apakah suatu daerah telah terjadi perubahan iklim atau tidak.

Perubahan pola curah hujan dapat terlihat dari kecenderungan curah hujan rata-rata yang makin rendah di wilayah bagian selatan Indonesia. Sebaliknya di wilayah utara Indonesia terjadi curah hujan pada musim hujan cenderung semakin rendah tetapi dengan periode yang lebih panjang (Las *et al.*, 2011). Adibroto (2011) berpendapat bahwa perubahan pola curah hujan ditandai dengan terlambatnya awal musim hujan dan akhir musim hujan yang terjadi lebih cepat. Musim hujan terjadi lebih singkat dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Pendapat lain disampaikan oleh Aldrian *et al.* (2011), bahwa perubahan pola curah hujan dapat dilihat dari peningkatan curah hujan ekstrem. Selain itu, perubahan pola curah hujan dapat juga dikaji dari pergeseran musim, baik awal musim maupun panjang musim.

Perubahan iklim apabila tidak diantisipasi dengan baik dapat mengakibatkan permasalahan bagi petani dan industri penggilingan padi. Bahan baku industri penggilingan padi dapat terganggu pada saat terjadi kondisi iklim ekstrim, khususnya iklim ekstrim basah. Kemampuan teknologi petani padi sangat menentukan dalam menghasilkan padi yang tetap berkualitas pada saat terjadi kondisi iklim

ekstrim. Apabila kondisi iklim ekstrim basah terjadi dan kemampuan teknologi petani padi tidak mampu menghadapi kondisi iklim ekstrim basah, maka padi yang dihasilkan akan memiliki kadar air yang tinggi sehingga apabila tidak mampu diatasi atau tetap dilakukan proses penggilingan, beras yang dihasilkan akan memiliki kualitas yang rendah. Kebijakan teknologi diperlukan untuk mendukung petani agar dapat meningkatkan kemampuan teknologinya sehingga mampu menghadapi kondisi iklim ekstrim, khususnya iklim ekstrim basah.

Kebijakan teknologi saat ini sudah ada yaitu dengan dikeluarkannya Inpres No 5 Tahun 2011 tentang Pengamanan Produk Beras Nasional dalam Menghadapi Kondisi Iklim Ekstrem. Kebijakan tersebut diturunkan oleh Kementerian Pertanian dalam roadmap strategi sektor pertanian menghadapi perubahan iklim, pedoman umum adaptasi perubahan iklim sektor pertanian, dan pedoman umum mitigasi perubahan iklim sektor pertanian. Permasalahan muncul pada saat implementasi kebijakan yang dilakukan melalui Strategi Produksi Ditjen Tanaman Pangan. Dalam catur strategi yang terkait dengan pascapanen terdapat pada peningkatan produktivitas yaitu penurunan kehilangan hasil dan peningkatan rendemen beras. Kebijakan pascapanen dalam menghadapi perubahan iklim belum terlihat dalam catur strategi tersebut. Oleh karena itu, perlu disusun suatu model kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim pada agroindustri beras, agar pemerintah dapat mengambil upaya-upaya yang tepat untuk meningkatkan kemampuan teknologi petani dan industri penggilingan padi dengan mempertimbangkan tingkat kemampuan teknologi dan dukungan kebijakan pada saat menghadapi kondisi iklim ekstrem.

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk menyusun model kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim pada petani dan industri penggilingan padi. Adapun tujuan khususnya adalah memperoleh hasil evaluasi kebijakan teknologi terkait dengan dukungan terhadap petani dan industri penggilingan padi dalam menghadapi perubahan iklim, mendapatkan tingkat kemampuan teknologi pada petani dan industri penggilingan padi dalam menghadapi perubahan iklim, dan merumuskan formulasi kebijakan teknologi yang dapat meningkatkan kemampuan teknologi pada petani dan industri penggilingan padi sehingga dapat menghadapi perubahan iklim.

METODE PENELITIAN

Kerangka Pemikiran Penelitian

Model kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim merupakan suatu model kebijakan yang disusun dengan menggunakan pendekatan sistem intelegen. Pendekatan sistem intelegen dibutuhkan untuk meniru keahlian yang

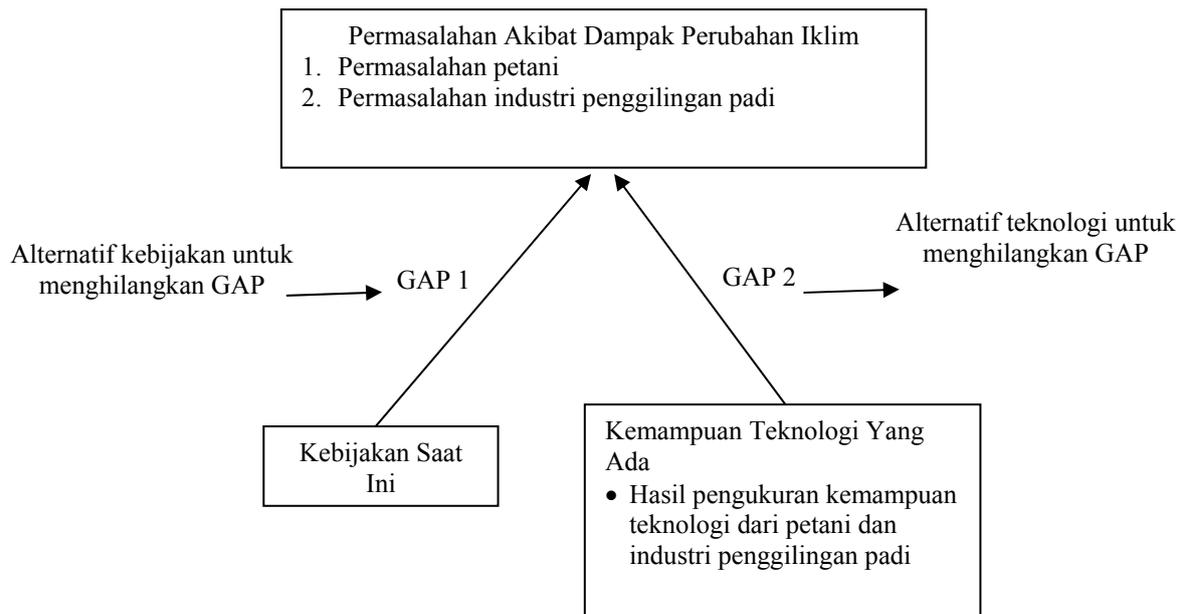
dimiliki oleh pakar kebijakan dan menginterpretasikannya untuk menyelesaikan permasalahan pada petani dan industri penggilingan padi akibat adanya kondisi iklim yang ekstrim. Kondisi iklim yang ekstrim yang dimaksud dalam kajian ini berupa curah hujan tinggi dan tidak menentu, yang mengakibatkan terjadinya permasalahan pada petani dan industri penggilingan padi. Permasalahan yang terjadi bersifat kompleks dan tidak terstruktur sehingga diperlukan teknik/metode *soft system* untuk menyelesaikannya (Eriyatno dan Sofyar, 2007).

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh upaya untuk menjawab permasalahan yang dihadapi oleh petani dan industri penggilingan padi dalam menghadapi dinamika kondisi iklim, yaitu bagaimana kesiapan kebijakan-kebijakan pemerintah yang ada dalam mendukung petani dan industri penggilingan padi untuk menghadapi dinamika kondisi iklim; sejauh mana kemampuan teknologi pada petani dan industri penggilingan padi dapat menghadapi dinamika kondisi iklim; dan kebijakan teknologi apa saja yang diperlukan untuk meningkatkan kemampuan teknologi pada petani dan industri penggilingan padi sehingga dapat menjaga kontinuitas beras dengan kualitas dan kuantitas yang baik meskipun terjadi kondisi iklim tidak menunjang.

Kerangka pikir dari model kebijakan teknologi dalam menghadapi dinamika kondisi iklim ini merupakan hasil integrasi dari beberapa model yang dikembangkan oleh para ahli, yaitu model evaluasi kebijakan yang dikembangkan oleh Dunn (1994) dan model pengukuran tingkat kemampuan teknologi yang dikembangkan oleh Ernst *et al.* (1998). Hasil integrasi kedua model tersebut ditambahkan dengan formulasi kebijakan teknologi dan penentuan kategori dinamika kondisi iklim akan menghasilkan model kebijakan teknologi dalam menghadapi dinamika kondisi iklim (Gambar 1).

Model kebijakan teknologi pada saat ini sudah ada, namun model khusus untuk mengantisipasi perubahan iklim pada saat ini belum ada. Model kebijakan yang telah ada antara lain model kebijakan yang dikembangkan oleh Gerindle dan Thomas (1991), Cooper *et al.* (1998), Dunn (1994), Meier (1991). Model-model kebijakan tersebut masih bersifat parsial, kualitatif, belum terintegrasi.

Model pengukuran kemampuan teknologi yang ada pada saat ini adalah pengukuran kemampuan teknologi pada level nasional, sektoral, dan perusahaan. Pengukuran kemampuan teknologi terhadap aktivitas pascapanen padi yang mempertimbangkan dampak perubahan iklim belum terlihat.



Gambar 1. Kerangka pikir model kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim

Tata Laksana Penelitian

Model kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim dikembangkan melalui tahapan, yaitu penentuan tujuan; perumusan masalah; identifikasi kebijakan pascapanen padi terkait dengan dinamika kondisi iklim; pengembangan model pengukuran kemampuan teknologi; dan pengembangan formulasi kebijakan teknologi dalam menghadapi dinamika kondisi iklim.

Output yang dihasilkan dari penelitian ini adalah skenario kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim. Langkah-langkah penyusunan model kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim dapat dilihat pada Gambar 2.

Pengumpulan Data

Untuk mendukung pengembangan Model digunakan data primer dan sekunder. Data sekunder diperoleh dari jurnal, penelitian yang terkait dengan model yang dibangun yang berasal dari Kementerian Pertanian, BMKG, BPPT, Kementerian Ristek, Bulog, Gapoktan, dan industri penggilingan padi yang menjadi obyek penelitian. Data primer diperoleh dengan cara sebagai berikut:

- Observasi lapangan ke lokasi pertanian dan industri penggilingan padi.
- Wawancara mendalam dengan wakil petani/gabungan kelompok tani, industri

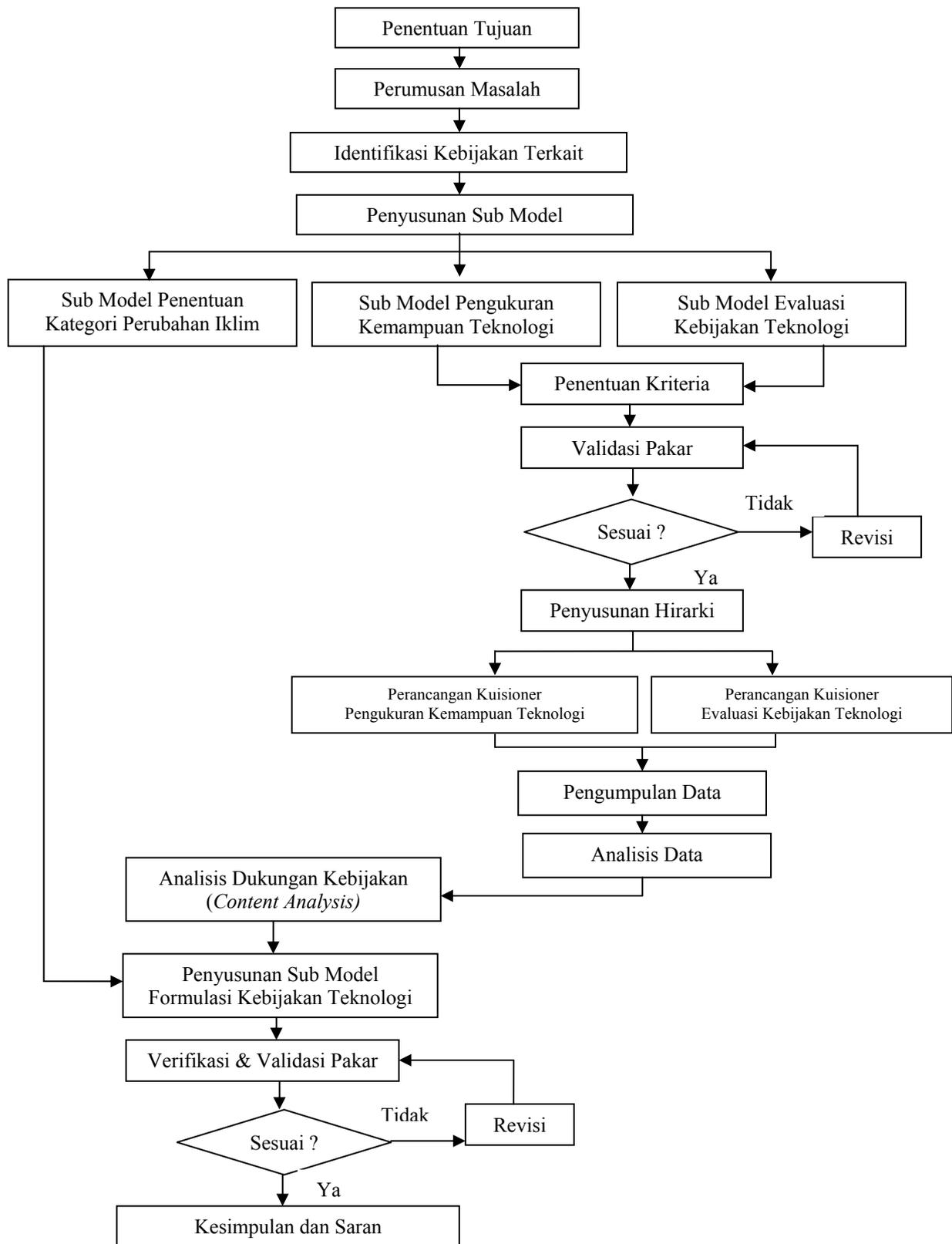
penggilingan padi, pemerintah, dan universitas/lembaga riset teknologi.

- Pendapat pakar (*expert judgement*).

Pengolahan dan Analisis data

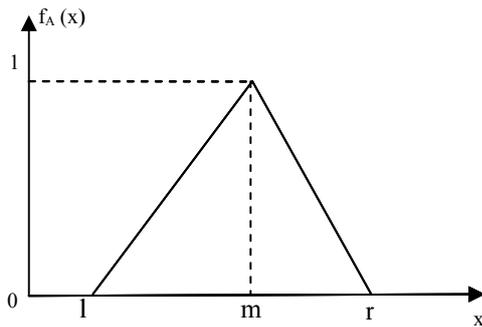
Metode pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), digunakan untuk menentukan bobot kriteria dan sub kriteria dari kemampuan teknologi dan evaluasi kebijakan teknologi.
- Metode *Non Numeric Multi Expert Multi Criteria Decision Making*, digunakan untuk menentukan tingkat kemampuan teknologi dan dukungan kebijakan teknologi melalui agregasi label linguistik *fuzzy* dan penilaian *fuzzy* kemampuan teknologi/dukungan kebijakan teknologi pada masing-masing aktivitas pascapanen petani dan industri penggilingan padi.
- Metode *Delphi*, digunakan untuk menggali pengetahuan pakar dalam menyusun skenario-skenario kebijakan teknologi yang dibutuhkan pada saat kemampuan teknologi berada dalam kategori sangat rendah, rendah, sedang, dan tinggi dengan dukungan kebijakan berada dalam kategori sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi serta kondisi iklim basah.
- Metode *Fuzzy Inference System*, digunakan untuk merumuskan formulasi kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim.



Gambar 2. Langkah-langkah penyusunan model kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim

Pengolahan AHP digunakan untuk memberikan nilai bobot relatif dari suatu kriteria atau sub kriteria majemuk secara intuitif dengan melakukan perbandingan berpasangan. Bobot yang dihasilkan dikonversi ke label linguistik *fuzzy*. Bobot yang terletak pada perpotongan dua fungsi keanggotaan *fuzzy* memiliki dua nilai *fuzzy*. Dua nilai *fuzzy* tersebut kemudian dilakukan perbandingan. Nilai keanggotaan *fuzzy* terbesar adalah nilai dari label linguistik *fuzzy*. Fungsi keanggotaan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan *Triangular Fuzzy Number* (TFN). Fungsi keanggotaan TFN dapat dilihat pada Gambar 3.

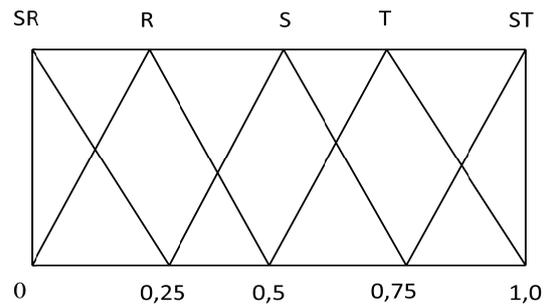


Gambar 3. Fungsi Keanggotaan *Triangular Fuzzy Number*

Menurut Wang *et al.* (2008), nilai x tertentu pada fungsi keanggotaan TFN ditentukan oleh:

$$\begin{aligned}
 f_A(x) &= 1, & x = m \\
 (1) \quad &= \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\
 &= \frac{r-x}{r-m}, & m \leq x \leq r \\
 &= 0, & x > r
 \end{aligned} \quad . (1)$$

Fungsi keanggotaan TFN digunakan untuk penetapan nilai/kategori tentang kondisi kemampuan teknologi/dukungan kebijakan teknologi pada aktivitas pascapanen petani dan industri penggilingan padi. Label linguistik *fuzzy* mempunyai nilai Sangat Rendah, Rendah, Sedang, Tinggi, dan Sangat Tinggi. Menurut Pedrycz dan Gomide (1998), interval fungsi keanggotaan *fuzzy* diperoleh dari wawancara dengan pakar. Hasil wawancara dengan pakar diperoleh nilai sangat rendah (SR) dengan interval 0-0,25, nilai rendah (R) dengan interval 0-0,5, nilai sedang (S) dengan interval 0,25-0,75, nilai tinggi (T) dengan interval 0,5-1,0, dan nilai sangat tinggi (ST) dengan interval 0,75-1,0 (Gambar 4).



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* untuk Penetapan Nilai/ Kategori Kemampuan Teknologi/ Dukungan Kebijakan Teknologi pada Aktivitas Pascapanen Petani dan Industri Penggilingan Padi dan Penentuan Label Linguistik *Fuzzy* Kriteria dan Sub Kriteria

Hasil label linguistik *fuzzy* kriteria dan sub kriteria dan penetapan nilai/kategori tentang kondisi kemampuan teknologi/dukungan kebijakan teknologi pada aktivitas pascapanen petani dan industri penggilingan padi kemudian diagregasi menggunakan *Multi Expert Multi Criteria Decision Making* dengan *Ordered Weighed Average* (OWA). Agregasi dilakukan dengan dua tahap yaitu agregasi kriteria dan agregasi pakar. Yager (1993) merumuskan formulasi untuk agregasi kriteria sebagai berikut:

$$P_{ik} = \text{Min}_j [\text{Neg}(I(q_j)) \vee P_{ik}(q_j)] \quad \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

P_{ik} : Nilai kemampuan teknologi atau dukungan kebijakan teknologi pada aspek i oleh Pakar k

$I(q_j)$: Nilai kepentingan kriteria q_j

$P_{ik}(q_j)$: Nilai kemampuan teknologi atau dukungan kebijakan teknologi pada aspek i oleh pakar k berdasarkan kriteria q_j

i : 1, 2, 3, ..., 6

j : 1, 2, 3

k : 1, 2, 3, ..., 6

Agregasi keputusan ahli dengan menggunakan operator OWA dirumuskan:

$$P_i = \text{Maks}_{j=1, \dots, r} [Q_{(j)} \square B_j] \quad \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

P : Nilai agregat kemampuan teknologi dan dukungan kebijakan teknologi oleh seluruh pakar di seluruh aspek

B_i : Nilai tertinggi yang diberikan para

Q_(j) : pakar
 : Skor tertinggi ke-j di antara unit skor yang diberikan pakar untuk aspek ke-i (P_{ik})

Berdasarkan hasil tingkat kemampuan teknologi dan dukungan kebijakan teknologi pascapanen petani dan industri penggilingan padi dalam menghadapi perubahan iklim, dibuat skenario-skenario kebijakan teknologi untuk meningkatkan kemampuan teknologi dengan tujuan mampu menghadapi perubahan iklim ekstrim. Untuk mengumpulkan informasi sebagai dasar menyusun skenario kebijakan teknologi, digunakan metode Delphi. Metode Delphi menggunakan serangkaian survei diselingi dengan umpan balik yang dirancang untuk mengumpulkan informasi dan membangun konsensus tanpa memerlukan pertemuan secara langsung (Geist, 2009). Metode Delphi menghilangkan tantangan geografis dan batas waktu yang memungkinkan semua pihak untuk berpartisipasi.

Hasil dari metode Delphi digunakan untuk menyusun skenario kebijakan teknologi. Skenario kebijakan teknologi disusun dengan menggunakan *Fuzzy Inference System* (FIS). FIS adalah sebuah sistem non linear yang menggunakan aturan IF – THEN untuk model aspek kualitatif pengetahuan manusia tanpa menggunakan analisis kuantitatif yang tepat (Tavana *et al.*, 2013). Tujuan utama dari FIS adalah untuk memodelkan pengambilan keputusan manusia dalam kerangka konseptual logika *fuzzy* dan penalaran perkiraan (Horikawa *et al.*, 1992). Skenario kebijakan teknologi berbentuk himpunan *fuzzy* pada input dan outputnya sehingga tipe FIS yang digunakan adalah menurut Mamdani (Tavana *et al.*, 2013). Dalam tipe Mamdani, kesimpulan aturan FIS adalah suatu himpunan *fuzzy* dan aturan ditulis sebagai:

$$\text{IF } x_1 \text{ adalah } A'_1 \text{ AND } x_2 \text{ adalah } A'_2 \dots \text{ AND } x_p \text{ adalah } A'_p \text{ THEN } y_1 \text{ adalah } C'_1 \dots \text{ AND } y_q \text{ adalah } C'_q \dots \dots \dots (4)$$

Dimana A_p' dan C_q' adalah pendefinisian *fuzzy set* pada input dan output yang terpisah (Rajaram dan Das, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Model

Model kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim dirancang dengan menggunakan sistem manajemen basis model yang terdiri dari sub model pengukuran kemampuan teknologi, sub model evaluasi kebijakan teknologi, sub model perubahan iklim dan sub model formulasi kebijakan teknologi.

Sub Model Pengukuran Kemampuan Teknologi

Sub model pengukuran kemampuan teknologi bertujuan untuk mengetahui tingkat kemampuan teknologi pascapanen petani dan industri penggilingan padi dalam menghadapi perubahan iklim. Model ini diawali dengan menyusun hirarki, kemudian dilakukan perbandingan tingkat kepentingan kriteria dan sub kriteria dengan melibatkan beberapa pakar. Hasil perbandingan tingkat kepentingan kriteria dan sub kriteria dari hasil pengisian tingkat kepentingan oleh beberapa pakar kemudian diagregasi dengan menggunakan AHP sehingga diperoleh bobot kepentingan setiap kriteria dan sub kriteria pengukuran kemampuan teknologi pasca panen padi bagi petani dan industri penggilingan padi.

Bobot dari masing-masing kriteria dan sub kriteria kemudian diubah ke dalam bentuk label linguistik *fuzzy*. Nilai yang dihasilkan merupakan nilai linguistik *fuzzy* kriteria dan sub kriteria pengukuran kemampuan teknologi pasca panen bagi petani dan industri penggilingan padi dalam menghadapi perubahan iklim.

Selain itu, pakar memberikan penilaian aktivitas pascapanen padi berdasarkan kriteria dan sub kriteria menggunakan label linguistik *fuzzy* dengan ukuran sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Kemudian hasil penilaian masing-masing pakar dengan menggunakan skala *fuzzy* tersebut diagregasi dengan label linguistik *fuzzy* kriteria dan sub kriteria. Hasil nilai agregasi merupakan nilai tingkat kemampuan teknologi petani dan industri penggilingan padi pada masing-masing aktivitas pascapanen padi. Rancangan model pengukuran kemampuan teknologi pascapanen padi dalam menghadapi perubahan iklim dapat dilihat pada Gambar 5.

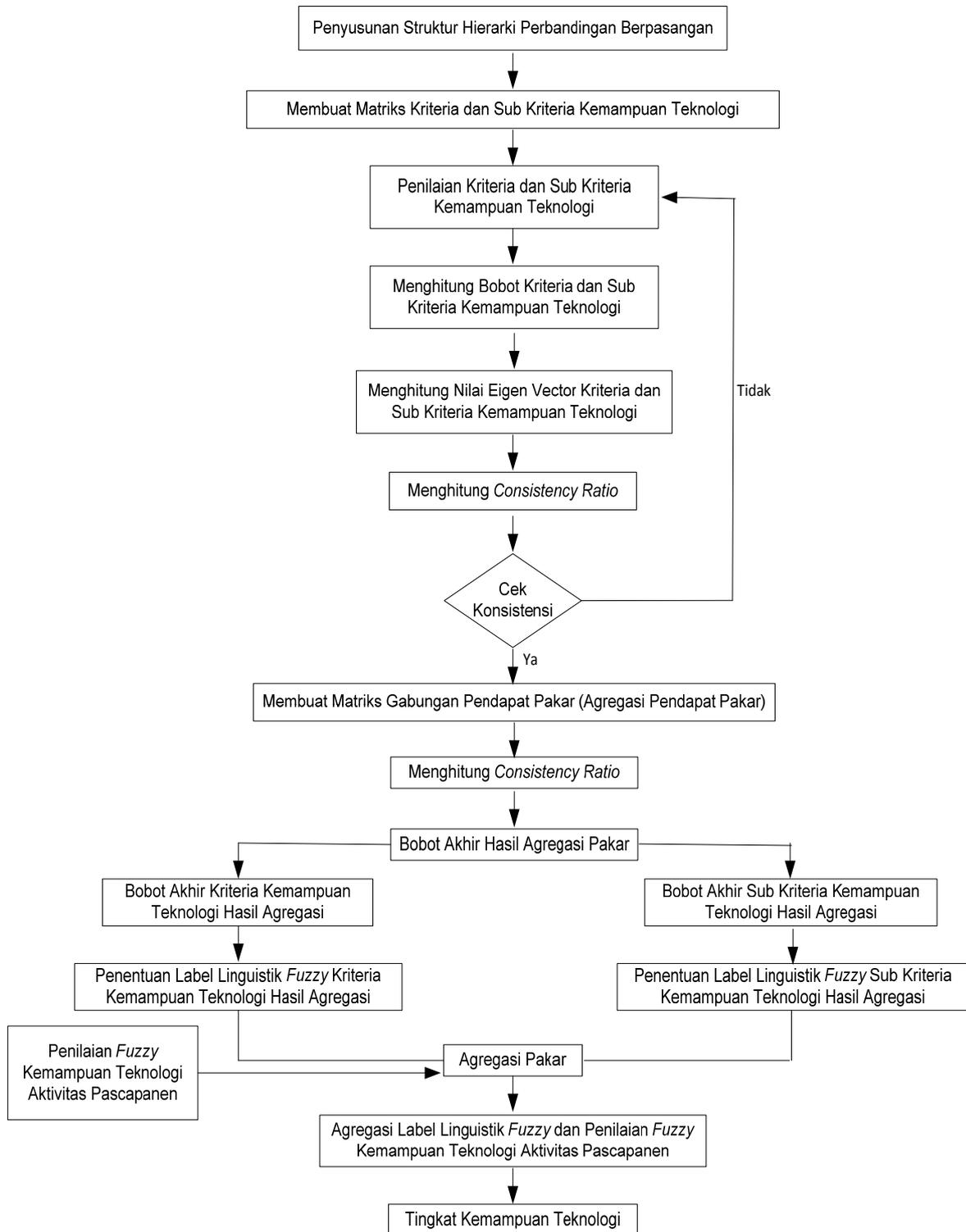
Sub Model Evaluasi Kebijakan Teknologi

Sub model evaluasi kebijakan bertujuan untuk mengevaluasi dan mengetahui tingkat dukungan kebijakan teknologi pasca panen padi dalam menghadapi iklim ekstrim atau dinamika kondisi iklim bagi petani dan industri penggilingan padi. Model ini diawali dengan menyusun hierarki kemudian dilakukan perbandingan tingkat kepentingan kriteria dan sub kriteria dengan melibatkan beberapa pakar. Hasil perbandingan tingkat kepentingan kriteria dan sub kriteria dari hasil pengisian tingkat kepentingan oleh beberapa pakar kemudian diagregasi dengan menggunakan AHP sehingga diperoleh bobot kepentingan setiap kriteria dan sub kriteria.

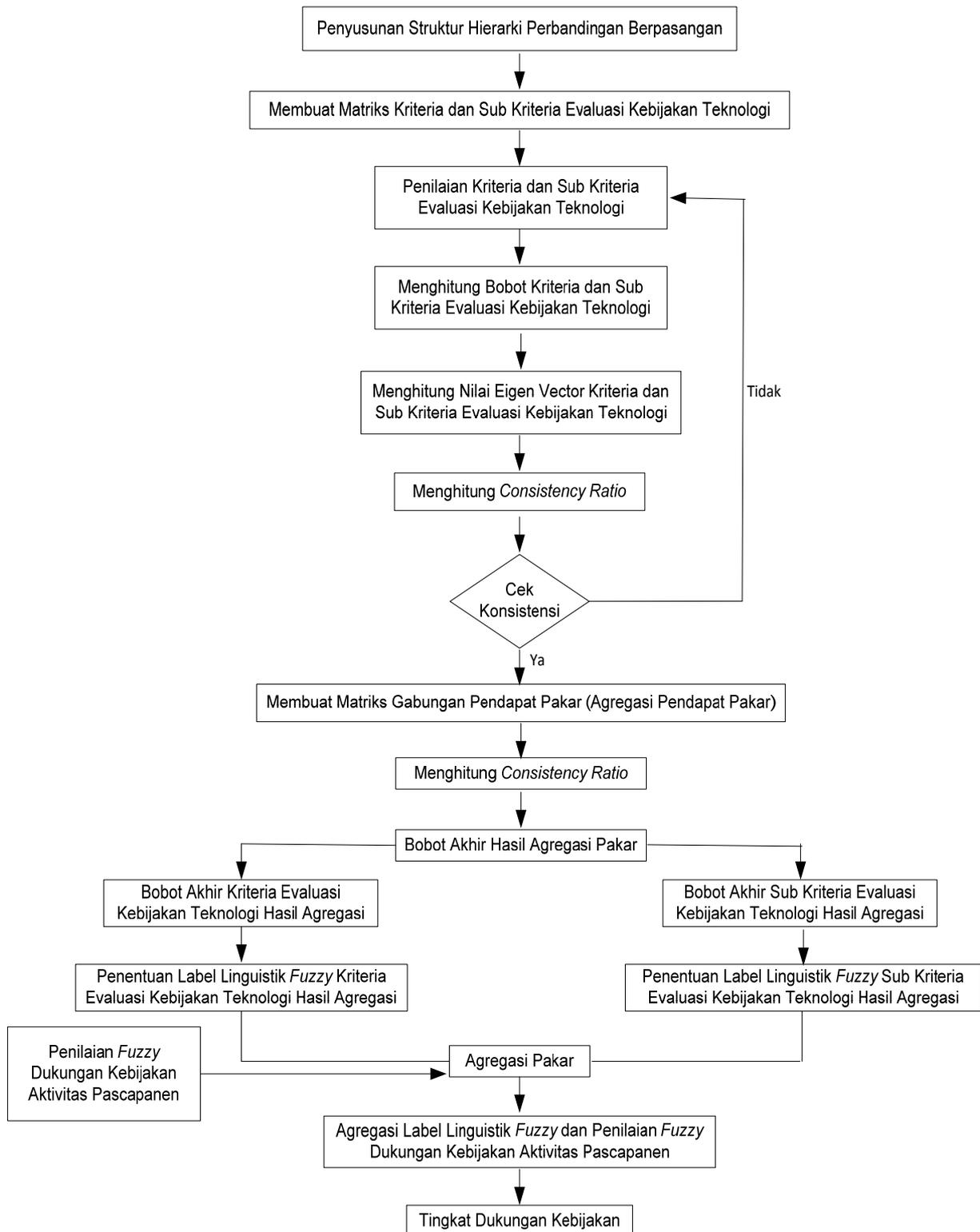
Selain itu, pakar memberikan penilaian dukungan kebijakan teknologi pada masing-masing aktivitas pasca panen padi berdasarkan kriteria dan sub kriteria menggunakan label linguistik *fuzzy* dengan ukuran sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Kemudian hasil penilaian masing-

masing pakar dengan menggunakan label linguistik *fuzzy* tersebut diagregasi dengan hasil label linguistik *fuzzy* kriteria dan sub kriteria sehingga diperoleh

nilai tingkat dukungan kebijakan teknologi pada masing-masing aktivitas pasca panen padi. (Gambar 6).



Gambar 5. Sub model pengukuran kemampuan teknologi pascapanen padi dalam menghadapi perubahan iklim

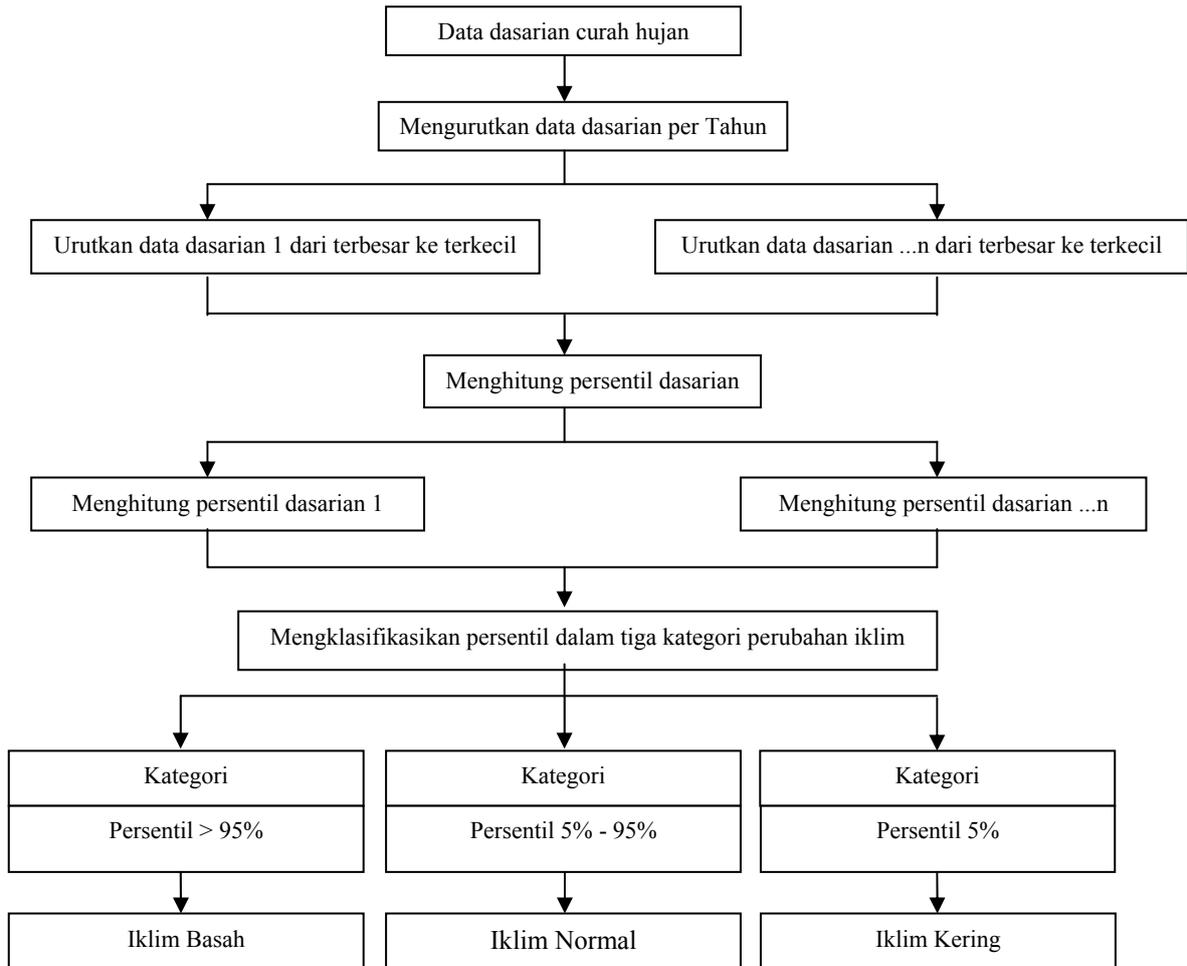


Gambar 6. Sub model evaluasi kebijakan teknologi pascapanen padi dalam menghadapi perubahan iklim

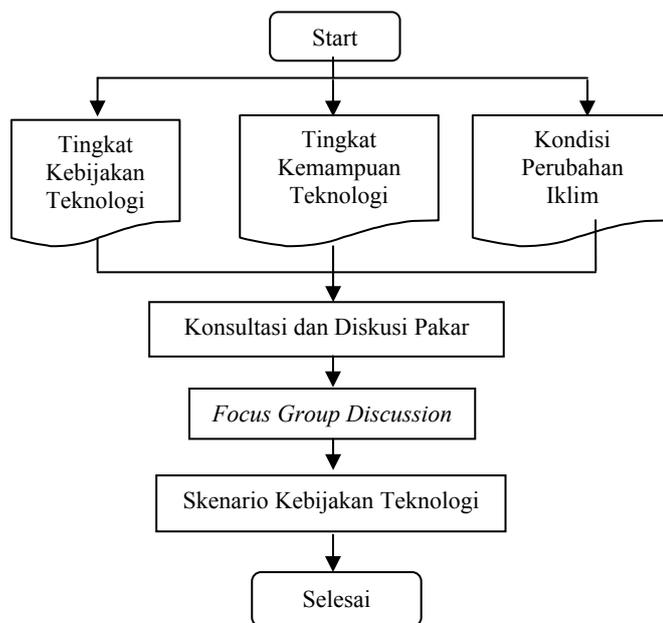
Sub Model Penentuan Kategori Perubahan Iklim

Sub model penentuan kategori perubahan iklim digunakan untuk mengetahui kategori perubahan iklim yang terjadi. Hasil sub model ini berupa kategori perubahan iklim yang terjadi dalam tahun tertentu. Rancangan model penentuan kategori

perubahan iklim dapat dilihat pada Gambar 7. Sub Model formulasi kebijakan teknologi merupakan sub model untuk merumuskan skenario kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim. Sub model formulasi kebijakan teknologi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. Sub model penentuan kategori perubahan iklim



Gambar 8. Sub model formulasi kebijakan teknologi

Kemampuan Teknologi Petani Padi dalam Menghadapi Perubahan Iklim

Hasil pengukuran kemampuan teknologi pascapanen padi dalam menghadapi perubahan iklim pada petani dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil pengukuran kemampuan teknologi pascapanen padi dalam menghadapi perubahan iklim pada industri penggilingan padi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tingkat kemampuan teknologi petani padi dalam menghadapi perubahan iklim sebagian besar berada pada tingkat sedang, kecuali pada kemampuan pemasaran dengan industri penggilingan padi dan pedagang pengumpul serta membina hubungan dengan industri penggilingan padi, pedagang pengumpul, dan penyuluh pertanian, kemampuan teknologinya berada pada tingkat tinggi. Kemampuan teknologi sedang berarti mampu melakukan rekayasa proses pascapanen untuk beradaptasi dengan perubahan iklim. Makna kemampuan teknologi tinggi adalah mampu melakukan rekayasa proses dan alat untuk beradaptasi dengan lingkungan dan mulai melakukan mitigasi terhadap perubahan iklim.

Tabel 1. Tingkat kemampuan teknologi petani padi dalam menghadapi perubahan iklim

| No | Aktivitas Pascapanen | Tingkat Kemampuan Teknologi |
|----|---|-----------------------------|
| 1 | Pemanenan Padi | Sedang |
| 2 | Perontokan Gabah | Sedang |
| 3 | Pengeringan Gabah | Sedang |
| 4 | Penyimpanan Gabah | Sedang |
| 5 | Kerjasama Pemasaran dengan Industri Penggilingan Padi | Tinggi |
| 6 | Kerjasama Pemasaran dengan Pedagang Pengumpul | Tinggi |
| 7 | Membina hubungan dengan petani lainnya | Sedang |
| 8 | Membina hubungan dengan litbang dan perguruan tinggi | Sedang |
| 9 | Membina hubungan dengan industri penggilingan padi | Tinggi |
| 10 | Membina hubungan dengan BMKG | Sedang |
| 11 | Membina hubungan dengan perusahaan sarana prasarana pertanian | Sedang |
| 12 | Membina hubungan dengan pedagang pengumpul | Tinggi |
| 13 | Membina hubungan dengan penyuluh pertanian | Tinggi |

Tabel 2. Tingkat kemampuan teknologi industri penggilingan padi dalam menghadapi perubahan iklim

| No | Aktivitas Pascapanen | Tingkat Kemampuan Teknologi |
|----|---|-----------------------------|
| 1 | Pengeringan Gabah | Sedang |
| 2 | Penyimpanan Gabah | Sedang |
| 3 | Penyimpanan Beras | Sedang |
| 4 | Kerjasama Pemasaran dengan Pedagang Beras di Pasar Lokal | Tinggi |
| 5 | Kerjasama Pemasaran dengan Pedagang Beras di Pasar Induk | Sedang |
| 6 | Kerjasama Pemasaran dengan Bulog | Sedang |
| 7 | Membina Hubungan dengan Petani | Tinggi |
| 8 | Membina hubungan dengan Industri Penggilingan Padi Lainnya | Tinggi |
| 9 | Membina hubungan dengan litbang dan perguruan tinggi | Sedang |
| 10 | Membina hubungan dengan BMKG | Rendah |
| 11 | Membina hubungan dengan perusahaan sarana prasarana pertanian | Sedang |

Tingkat kemampuan teknologi industri penggilingan padi dalam menghadapi perubahan iklim sebagian besar berada pada tingkat sedang, kecuali pada kemampuan penyimpanan beras, kemampuan pemasaran dengan pedagang beras di pasar lokal serta membina hubungan dengan petani dan industri penggilingan padi, kemampuan teknologinya berada pada tingkat tinggi. Dalam hal membina hubungan dengan BMKG, kemampuan teknologinya berada pada tingkat rendah. Kemampuan teknologi rendah hanya mampu melakukan aktivitas pascapanen dengan baik untuk menekan *losses*. Kemampuan teknologi sedang berarti mampu melakukan rekayasa proses pascapanen untuk beradaptasi dengan perubahan iklim. Dalam hal kemampuan teknologi tinggi berarti mampu melakukan rekayasa proses dan alat untuk beradaptasi dengan lingkungan dan mulai melakukan mitigasi terhadap perubahan iklim.

Evaluasi Kebijakan Teknologi Pascapanen Padi Dalam Menghadapi Perubahan Iklim

Hasil evaluasi kebijakan teknologi pascapanen padi menunjukkan bahwa dukungan kebijakan teknologi pada semua aktivitas pasca panen petani padi yaitu pemanenan padi, perontokkan padi, pengeringan gabah, penyimpanan gabah, pemasaran gabah, dan membina hubungan adalah sedang. Hasil yang sama juga terjadi pada

industri penggilingan padi. Tingkat kebijakan teknologi pada industri penggilingan padi untuk aktivitas pengeringan gabah, penyimpanan gabah, penyimpanan beras, pemasaran beras, dan membina hubungan adalah sedang.

Tingkat kebijakan teknologi bernilai sedang memiliki pengertian dukungan kebijakan teknologi sudah mengarah pada adaptasi terhadap perubahan iklim, tetapi belum dapat diimplementasikan dengan baik. Kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim sudah ada dengan keluarnya Inpres No 5 Tahun 2011 tentang Pengamanan Produksi Beras Nasional dalam Menghadapi Kondisi Iklim Ekstrem. Inpres ini menginstruksikan kepada instansi terkait untuk menjalankan kewajibannya dalam mengamankan produksi beras nasional sesuai dengan tugas pokok dan fungsinya masing-masing. Hasil evaluasi dan tingkat teknologi petani padi dalam menghadapi perubahan iklim disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Evaluasi dan tingkat kebijakan teknologi petani padi dalam menghadapi perubahan iklim

| No | Aktivitas Pascapanen | Tingkat Dukungan Kebijakan |
|----|----------------------|----------------------------|
| 1 | Pemanenan Padi | Sedang |
| 2 | Perontokan Gabah | Sedang |
| 3 | Pengeringan Gabah | Sedang |
| 4 | Penyimpanan Gabah | Sedang |
| 5 | Pemasaran Gabah | Sedang |
| 6 | Membina Hubungan | Sedang |

Instansi kunci untuk menjalankan Inpres No 5 Tahun 2011 adalah Kementerian Pertanian dan BMKG. Kementerian Pertanian telah mengeluarkan beberapa kebijakan terkait dengan antisipasi terhadap perubahan iklim yaitu *roadmap* strategi sektor pertanian menghadapi perubahan iklim, pedoman umum adaptasi perubahan iklim sektor pertanian, dan pedoman umum mitigasi perubahan iklim sektor pertanian. Namun, kebijakan-kebijakan ini belum dapat diimplementasikan dengan baik oleh Ditjen dan Direktorat Pascapanen Tanaman Pangan sebagai penanggung jawab pengamanan produksi beras nasional dalam menghadapi kondisi iklim ekstrem. Hal ini terlihat pada renstra dan pedoman pelaksanaan program tahunan Ditjen dan Direktorat Pascapanen Tanaman Pangan pada saat ini belum mengacu pada kebijakan Kementerian Pertanian terkait dengan antisipasi terhadap perubahan iklim.

BMKG selaku penanggung jawab dalam memberikan informasi analisis kondisi iklim ekstrem dan diseminasi informasi peringatan dini iklim ekstrem kepada masyarakat pada saat ini belum mengeluarkan kebijakan pelaksana Inpres No 5 Tahun 2011. Kondisi iklim ekstrem pada saat ini

sedang dalam proses penelitian dan pembelajaran lebih lanjut untuk dapat memprediksinya dengan lebih tepat pada jangka waktu yang lebih panjang. Kemampuan BMKG memprediksi kondisi iklim ekstrem dengan lebih tepat dan lebih dini sangat dibutuhkan oleh petani sehingga dapat mempersiapkan lebih baik dalam menghadapi kondisi iklim yang ekstrem.

Formulasi Kebijakan Teknologi Pascapanen Padi dalam Menghadapi Perubahan Iklim

Aktivitas pascapanen padi dipengaruhi oleh kondisi iklim basah (hujan tinggi, hujan terus menerus, atau banjir). Kondisi iklim kering tidak mempengaruhi aktivitas pascapanen padi. Formulasi kebijakan teknologi digunakan untuk mengembangkan upaya-upaya yang perlu dilakukan pemerintah untuk meningkatkan kemampuan teknologi dengan berbagai dukungan kebijakan pada saat kondisi iklim basah.

Upaya-upaya yang perlu dilakukan pemerintah dapat diskenariokan apabila kemampuan teknologi dan dukungan kebijakan teknologi memiliki tingkat yang sama atau dukungan kebijakan teknologi berada satu tingkat lebih tinggi daripada kemampuan teknologi. Dukungan kebijakan yang berada satu tingkat lebih tinggi dapat menjadi target untuk meningkatkan kemampuan teknologi. Tetapi, apabila dukungan kebijakan teknologi berada dua tingkat lebih tinggi atau lebih dari dua tingkat, target yang diberikan untuk meningkatkan kemampuan teknologi menjadi lebih berat.

Kemampuan teknologi dan dukungan kebijakan dibagi menjadi lima tingkat yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Definisi masing-masing tingkat kemampuan teknologi dan dukungan kebijakan dapat dilihat pada Tabel 4.

Dukungan kebijakan teknologi merupakan satu rangkaian yang dilakukan secara bertahap. Dukungan kebijakan teknologi meningkat, kemampuan teknologi dituntut untuk mengikuti peningkatan dukungan kebijakan teknologi sehingga mencapai tingkat yang sama dengan tingkat dukungan kebijakan. Pada saat tingkat kemampuan teknologi sama dengan tingkat dukungan kebijakan, dukungan kebijakan dapat ditingkatkan satu tingkat lebih tinggi. Kondisi ini berlangsung secara terus menerus sampai dukungan kebijakan berada pada tingkat sangat tinggi. Namun, pada saat kemampuan teknologi berada pada tingkat sangat tinggi, pemerintah tidak perlu melakukan upaya apapun karena petani dan industri penggilingan padi dengan kemampuan teknologi sangat tinggi sudah mampu menghadapi perubahan iklim dan siap menghadapi mekanisme pasar.

Skenario yang perlu dilakukan oleh pemerintah terdiri dari delapan skenario, yaitu skenario pada saat:

1. Tingkat kemampuan teknologi sangat rendah dan tingkat dukungan kebijakan teknologi sangat rendah
2. Tingkat kemampuan teknologi sangat rendah dan tingkat dukungan kebijakan teknologi rendah
3. Tingkat kemampuan teknologi rendah dan tingkat dukungan kebijakan teknologi rendah
4. Tingkat kemampuan teknologi rendah dan tingkat dukungan kebijakan teknologi sedang
5. Tingkat kemampuan teknologi sedang dan tingkat dukungan kebijakan teknologi sedang
6. Tingkat kemampuan teknologi sedang dan tingkat dukungan kebijakan teknologi tinggi
7. Tingkat kemampuan teknologi tinggi dan tingkat dukungan kebijakan teknologi tinggi
8. Tingkat kemampuan teknologi tinggi dan tingkat dukungan kebijakan teknologi sangat tinggi. Skenario yang perlu dilakukan pemerintah disajikan pada Tabel 5.

Masing-masing skenario tersebut dijelaskan pada Tabel 6. Skenario-skenario tersebut merupakan skenario untuk meningkatkan kemampuan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim. Peningkatan kemampuan teknologi harus dilakukan secara bertahap dengan dukungan kebijakan yang sesuai. Apabila kemampuan teknologi, baik pada petani maupun industri penggilingan padi sangat rendah, dukungan kebijakan yang dapat diberikan sama tingkatannya (dukungan kebijakan sangat rendah) atau satu tingkat lebih tinggi (dukungan kebijakan rendah). Dengan target dukungan kebijakan setinggi, kemampuan teknologi dapat ditingkatkan menjadi satu tingkat lebih tinggi. Hal ini dapat terjadi karena adanya dukungan kebijakan yang berusaha membantu petani dan industri penggilingan padi untuk meningkatkan kemampuan teknologinya.

Tabel 4. Definisi kemampuan teknologi dan dukungan kebijakan

| Level | Definisi | |
|---------------|--|--|
| | Kemampuan Teknologi | Dukungan Kebijakan |
| Sangat Rendah | Mampu melakukan aktivitas pascapanen berdasarkan warisan leluhur | Belum ada dukungan kebijakan teknologi |
| Rendah | Mampu melakukan aktivitas pascapanen dengan baik sehingga <i>losses</i> dapat ditekan | Dukungan kebijakan teknologi fokus pada kebijakan menekan <i>losses</i> |
| Sedang | Mulai melakukan rekayasa proses pascapanen untuk beradaptasi dengan perubahan iklim | Dukungan kebijakan teknologi sudah mengarah pada adaptasi perubahan iklim tetapi belum dapat diimplementasikan dengan baik |
| Tinggi | Mampu melakukan rekayasa proses dan alat untuk beradaptasi dengan lingkungan dan mulai melakukan mitigasi terhadap perubahan iklim | Dukungan kebijakan teknologi sudah mengarah pada adaptasi perubahan iklim dan sudah diimplementasikan dengan baik dan mulai mengenal kebijakan mitigasi meskipun belum diimplementasikan |
| Sangat Tinggi | Mampu melakukan inovasi untuk beradaptasi dan bermitigasi dengan lingkungan dalam menghadapi perubahan iklim | Dukungan kebijakan teknologi fokus pada adaptasi dan mitigasi perubahan iklim dan sudah diimplementasikan dengan baik |

Tabel 5. Skenario yang perlu dilakukan pemerintah

| Kemampuan Teknologi | Dukungan Kebijakan | | | | |
|---------------------|--------------------|------------|------------|------------|---------------|
| | Sangat Rendah | Rendah | Sedang | Tinggi | Sangat Tinggi |
| Sangat Rendah | Skenario 1 | Skenario 2 | | | |
| Rendah | | Skenario 3 | Skenario 4 | | |
| Sedang | | | Skenario 5 | Skenario 6 | |
| Tinggi | | | | Skenario 7 | Skenario 8 |
| Sangat Tinggi | | | | | |

Dukungan kebijakan tersebut dapat berupa dokumen kebijakan dan informasi iklim (*infoware*), bantuan alsintan (*technoware*), peningkatan keahlian petani dan industri penggilingan padi (*humanware*), dukungan kelembagaan kelompok kerja perubahan iklim di pusat dan daerah (*orgaware*), dan pembiayaan untuk melaksanakan upaya-upaya tersebut.

Dengan menggunakan formula 4, skenario-skenario yang perlu dilakukan pemerintah dapat dibuat menjadi formulasi kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim. Formulasi kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 6. Penjelasan skenario yang dilakukan pemerintah

| Skenario | Penjelasan |
|----------|--|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> • Pernyataan darurat iklim basah oleh Presiden/Kepala Daerah • Mengeluarkan kebijakan penggunaan sumber daya (anggaran, sarana prasarana, dan sumber daya manusia) untuk menyelamatkan hasil panen • Penyuluh dan dinas pertanian secara aktif mengenalkan teknologi pascapanen yang digunakan oleh SDM yang membantu menyelamatkan hasil panen kepada petani • Menyediakan sumber daya anggaran yang memadai untuk mendukung upaya yang lain |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> • Pernyataan darurat iklim basah oleh Presiden/Kepala Daerah • Mengeluarkan kebijakan penggunaan sumber daya (anggaran, sarana prasarana, dan sumber daya manusia) untuk menyelamatkan hasil panen • Penyusunan kebijakan penekanan losses padi • Diseminasi kebijakan kepada penyuluh dan dinas pertanian • Penyuluh dan dinas pertanian secara aktif mengenalkan teknologi dan kebijakan pascapanen untuk menekan losses • Menyediakan sumber daya anggaran yang memadai untuk mendukung upaya yang lain |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> • Memberi bantuan alsintan pascapanen untuk petani berupa sabit/sabit bergerigi dan alat gebot serta untuk industri penggilingan padi berupa lantai jemur dan penggilingan konvensional • Pemenuhan kebutuhan kecukupan penyuluh pertanian • Penyuluh dan dinas pertanian melakukan pendampingan kepada petani dan industri penggilingan padi untuk melakukan penerapan teknologi dan kebijakan pascapanen dalam rangka menekan losses padi • Sosialisasi dan penerapan sistem pemanenan padi secara berkelompok • Menyediakan sumber daya anggaran yang memadai untuk mendukung upaya yang lain |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Penyusunan kebijakan adaptasi perubahan iklim • Diseminasi kebijakan adaptasi perubahan iklim kepada penyuluh dan dinas pertanian • Penyuluh dan dinas pertanian melakukan pendampingan kepada petani dan industri penggilingan padi untuk mengenalkan kebijakan adaptasi pascapanen dalam rangka menekan losses pada saat iklim basah • Pengembangan jaringan dan sistem informasi iklim (JSII) pertanian • Memberi insentif dan asuransi untuk regu pemanen • Riset teknologi adaptasi penanganan pascapanen pada saat iklim basah • Menyediakan sumber daya anggaran yang memadai untuk mendukung upaya yang lain |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> • Memberi bantuan alsintan pascapanen untuk petani berupa perahu karet, penampung malai sementara, dan <i>pedal thresher/power thresher</i> serta untuk industri penggilingan padi berupa <i>flat bed dryer</i> dan gudang • Sosialisasi dan penerapan teknologi hasil riset penanganan pascapanen padi pada saat banjir • Penyuluh dan dinas pertanian melakukan pendampingan kepada petani dan industri penggilingan padi untuk menerapkan teknologi dan kebijakan adaptasi pascapanen dalam rangka menekan losses pada saat iklim basah • Pengembangan jaminan ketepatan informasi iklim • Menyediakan sumber daya anggaran yang memadai untuk mendukung upaya yang lain |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> • Penyusunan kebijakan mitigasi perubahan iklim • Diseminasi kebijakan mitigasi perubahan iklim kepada penyuluh dan dinas pertanian • Penyuluh dan dinas pertanian melakukan pendampingan kepada petani dan industri penggilingan padi untuk meningkatkan penguasaan teknologi pascapanen yang mengarah pada adaptasi terhadap perubahan iklim dan pengenalan kebijakan mitigasi perubahan iklim • Percepatan arus informasi iklim dengan dukungan teknologi informasi seperti web dan media massa elektronik • Riset teknologi mitigasi penanganan pascapanen padi pada saat kondisi iklim ekstrem basah • Menyediakan sumber daya anggaran yang memadai untuk mendukung upaya yang lain |

Tabel 6. Penjelasan skenario yang dilakukan pemerintah (lanjutan)

| Skenario | Penjelasan |
|----------|--|
| 7 | <ul style="list-style-type: none"> • Memberi bantuan alsintan pascapanen untuk petani berupa tenda untuk panen pada saat hujan, pengering portable, dan tempat pemrosesan pascapanen terpadu yang terhindar dari hujan (rumah pemrosesan yang dilengkapi dengan mesin perontokan, pengeringan, dan penyimpanan) dan untuk industri penggilingan padi berupa kredit usaha lunak pembelian <i>in store dryer</i> dan RPC (<i>Rice Processing Complex</i>) • Sosialisasi dan penerapan hasil riset teknologi mitigasi penanganan pascapanen padi pada saat kondisi iklim ekstrem basah • Penyuluh dan dinas pertanian melakukan pendampingan kepada petani dan industri penggilingan padi untuk menerapkan teknologi dan kebijakan mitigasi pascapanen dalam rangka menekan <i>losses</i> pada saat iklim basah • Pembentukan kelompok kerja perubahan iklim baik di pusat maupun daerah • Menyediakan sumber daya anggaran yang memadai untuk mendukung upaya yang lain |
| 8 | <ul style="list-style-type: none"> • Penyusunan kebijakan inovasi pemanfaatan perubahan iklim untuk optimalisasi produksi padi/beras • Diseminasi kebijakan inovasi pemanfaatan perubahan iklim untuk optimalisasi produksi padi/beras kepada penyuluh dan dinas pertanian • Penyuluh dan dinas pertanian melakukan pendampingan kepada petani dan industri penggilingan padi untuk peningkatan penguasaan teknologi dan kebijakan pascapanen dalam rangka melakukan mitigasi perubahan iklim serta pengenalan kebijakan inovasi pemanfaatan perubahan iklim untuk optimalisasi produksi padi/beras • Perkuatan kelompok kerja perubahan iklim baik di pusat maupun daerah • Menyediakan sumber daya anggaran yang memadai untuk mendukung upaya yang lain |

Tabel 7. Formulasi kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim

| Skenario | Formulasi Kebijakan |
|----------|--|
| 1 | IF kondisi iklim basah AND kemampuan teknologi sangat rendah AND dukungan kebijakan sangat rendah THEN pernyataan darurat iklim basah oleh Presiden/Kepala Daerah AND mengeluarkan kebijakan penggunaan sumber daya (anggaran, sarana prasarana, dan sumber daya manusia) untuk menyelamatkan hasil panen AND penyuluh dan dinas pertanian secara aktif mengenalkan teknologi pascapanen yang digunakan oleh SDM yang membantu menyelamatkan hasil panen kepada petani AND menyediakan sumber daya anggaran yang memadai untuk mendukung upaya yang lain |
| 2 | IF kondisi iklim basah AND kemampuan teknologi sangat rendah AND dukungan kebijakan rendah THEN pernyataan darurat iklim basah oleh Presiden/Kepala Daerah AND mengeluarkan kebijakan penggunaan sumber daya (anggaran, sarana prasarana, dan sumber daya manusia) untuk menyelamatkan hasil panen AND penyusunan kebijakan penekanan <i>losses</i> padi AND diseminasi kebijakan kepada penyuluh dan dinas pertanian AND penyuluh dan dinas pertanian secara aktif mengenalkan teknologi dan kebijakan pascapanen untuk menekan <i>losses</i> AND menyediakan sumber daya anggaran yang memadai untuk mendukung upaya yang lain |
| 3 | IF kondisi iklim basah AND kemampuan teknologi rendah AND dukungan kebijakan rendah THEN memberi bantuan alsintan pascapanen untuk petani berupa sabit/sabit bergerigi dan alat gebot serta untuk industri penggilingan padi berupa lantai jemur dan penggilingan konvensional AND pemenuhan kebutuhan kecukupan penyuluh pertanian AND penyuluh dan dinas pertanian melakukan pendampingan kepada petani dan industri penggilingan padi untuk melakukan penerapan teknologi dan kebijakan pascapanen dalam rangka menekan <i>losses</i> padi AND sosialisasi dan penerapan sistem pemanenan padi secara berkelompok AND menyediakan sumber daya anggaran yang memadai untuk mendukung upaya yang lain |
| 4 | IF kondisi iklim basah AND kemampuan teknologi rendah AND dukungan kebijakan sedang THEN penyusunan kebijakan adaptasi perubahan iklim AND diseminasi kebijakan adaptasi perubahan iklim kepada penyuluh dan dinas pertanian AND penyuluh dan dinas pertanian melakukan pendampingan kepada petani dan industri penggilingan padi untuk mengenalkan kebijakan adaptasi pascapanen dalam rangka menekan <i>losses</i> pada saat iklim basah AND pengembangan jaringan dan sistem informasi iklim (JSII) pertanian AND memberi insentif dan asuransi untuk regu pemanen AND riset teknologi adaptasi penanganan pascapanen pada saat iklim basah AND menyediakan sumber daya anggaran yang memadai untuk mendukung upaya yang lain |

Tabel 7. Formulasi kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim (lanjutan)

| Skenario | Formulasi Kebijakan |
|----------|---|
| 5 | IF kondisi iklim basah AND kemampuan teknologi sedang AND dukungan kebijakan sedang THEN memberi bantuan alsintan pascapanen untuk petani berupa perahu karet, penampung malai sementara, dan <i>pedal thresher/power thresher</i> serta untuk industri penggilingan padi berupa <i>flat bed dryer</i> dan gudang AND sosialisasi dan penerapan teknologi hasil riset penanganan pascapanen padi pada saat banjir AND penyuluh dan dinas pertanian melakukan pendampingan kepada petani dan industri penggilingan padi untuk menerapkan teknologi dan kebijakan adaptasi pascapanen dalam rangka menekan losses pada saat iklim basah AND pengembangan jaminan ketepatan informasi iklim AND menyediakan sumber daya anggaran yang memadai untuk mendukung upaya yang lain |
| 6 | IF kondisi iklim basah AND kemampuan teknologi sedang AND dukungan kebijakan tinggi THEN penyusunan kebijakan mitigasi perubahan iklim AND diseminasi kebijakan mitigasi perubahan iklim kepada penyuluh dan dinas pertanian AND penyuluh dan dinas pertanian melakukan pendampingan kepada petani dan industri penggilingan padi untuk meningkatkan penguasaan teknologi pascapanen yang mengarah pada adaptasi terhadap perubahan iklim dan pengenalan kebijakan mitigasi perubahan iklim AND percepatan arus informasi iklim dengan dukungan teknologi informasi seperti web dan media massa elektronik AND riset teknologi mitigasi penanganan pascapanen padi pada saat kondisi iklim ekstrem basah AND menyediakan sumber daya anggaran yang memadai untuk mendukung upaya yang lain |
| 7 | IF kondisi iklim basah AND kemampuan teknologi tinggi AND dukungan kebijakan tinggi THEN memberi bantuan alsintan pascapanen untuk petani berupa tenda untuk panen pada saat hujan, pengering <i>portabel</i> , dan tempat pemrosesan pascapanen terpadu yang terhindar dari hujan (rumah pemrosesan yang dilengkapi dengan mesin perontokan, pengeringan, dan penyimpanan) dan untuk industri penggilingan padi berupa kredit usaha lunak pembelian <i>in store dryer</i> dan RPC (<i>Rice Processing Complex</i>) AND sosialisasi dan penerapan hasil riset teknologi mitigasi penanganan pascapanen padi pada saat kondisi iklim ekstrem basah AND penyuluh dan dinas pertanian melakukan pendampingan kepada petani dan industri penggilingan padi untuk menerapkan teknologi dan kebijakan mitigasi pascapanen dalam rangka menekan <i>losses</i> pada saat iklim basah AND pembentukan kelompok kerja perubahan iklim baik di pusat maupun daerah AND menyediakan sumber daya anggaran yang memadai untuk mendukung upaya yang lain |
| 8 | IF kondisi iklim basah AND kemampuan teknologi tinggi AND dukungan kebijakan sangat tinggi THEN penyusunan kebijakan inovasi pemanfaatan perubahan iklim untuk optimalisasi produksi padi/beras AND diseminasi kebijakan inovasi pemanfaatan perubahan iklim untuk optimalisasi produksi padi/beras kepada penyuluh dan dinas pertanian AND penyuluh dan dinas pertanian melakukan pendampingan kepada petani dan industri penggilingan padi untuk peningkatan penguasaan teknologi dan kebijakan pascapanen dalam rangka melakukan mitigasi perubahan iklim serta pengenalan kebijakan inovasi pemanfaatan perubahan iklim untuk optimalisasi produksi padi/beras AND perkuatan kelompok kerja perubahan iklim baik di pusat maupun daerah AND menyediakan sumber daya anggaran yang memadai untuk mendukung upaya yang lain |

Formulasi kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim merupakan upaya yang perlu dilakukan pemerintah untuk meningkatkan kemampuan teknologi petani dan industri penggilingan padi sehingga mampu menghadapi perubahan iklim yang ekstrim. Upaya-upaya ini dirumuskan dengan mempertimbangkan tingkat kemampuan teknologi yang dimiliki pada saat ini dan dukungan kebijakan teknologi yang ada. Untuk meningkatkan kemampuan teknologi, dukungan kebijakan yang dibutuhkan difokuskan pada perbaikan komponen teknologi (*technoware*, *humanware*, *infoware*, dan *orgaware*) dan penyediaan sumber daya anggaran yang memadai.

Komponen teknologi yang berinteraksi secara dinamis dan simultan dapat menyukseskan kinerja perusahaan (Gumbira-said *et al.*, 2004; Haines dan Sharif, 2006). Selain kinerja perusahaan, interaksi komponen teknologi secara dinamis dan simultan juga dapat meningkatkan kemampuan teknologi petani dan industri penggilingan padi.

Menurut Omamo dan Lynam (2003), perumusan kebijakan teknologi untuk pengembangan pertanian di Afrika perlu mempertimbangkan proses pembelajaran alami dari petani, pedagang, dan pelaku sektor pertanian lain (termasuk pembuat kebijakan), kelembagaan dimana pembelajaran terjadi, serta mekanisme penemuan

dan adaptasi yang mendasari inovasi pertanian dan difusi. Pendapat Omamo dan Lynam (2003) memiliki kesesuaian dengan fokus dukungan kebijakan yang perlu dilakukan pada model kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim. Proses pembelajaran alami sesuai dengan komponen teknologi *humanware*, sedangkan kelembagaan dimana pembelajaran terjadi sesuai dengan komponen teknologi *orgaware*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Model kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim dapat diimplementasikan untuk menjawab permasalahan yang dihadapi oleh petani dan industri penggilingan padi terkait dengan adanya kondisi iklim ekstrem. Permasalahan yang terjadi akibat petani dan industri penggilingan padi tidak mampu menghadapi perubahan iklim adalah meningkatnya susut bobot dan kualitas pascapanen padi.

Hasil evaluasi kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim pada masing-masing aktivitas pascapanen pada petani dan industri penggilingan padi secara keseluruhan adalah sedang. Hasil penilaian kemampuan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim pada petani diperoleh sebagian besar tingkat kemampuan teknologi pascapanen pada petani adalah sedang, kecuali pada aktivitas kerjasama pemasaran dan membina hubungan dengan industri penggilingan padi dan pedagang pengumpul, sedangkan untuk kemampuan teknologi pascapanen padi pada industri penggilingan padi sebagian besar adalah sedang, kecuali pada aktivitas kerjasama pemasaran dengan pedagang beras di pasar lokal dan membina hubungan dengan petani dan industri penggilingan padi lainnya adalah tinggi, serta membina hubungan dengan BMKG adalah rendah.

Formulasi kebijakan teknologi dalam menghadapi perubahan iklim menghasilkan delapan skenario. Formulasi kebijakan teknologi ini menunjukkan dukungan kebijakan teknologi apa saja yang dibutuhkan untuk memberikan dukungan kepada petani dan industri penggilingan padi agar mampu menghadapi kondisi iklim ekstrem basah.

Saran

Formulasi kebijakan teknologi perlu diperkaya dengan pendapat lebih banyak pakar di bidang pascapanen padi, perubahan iklim, dan bidang-bidang lain yang relevan. Dengan pendapat lebih banyak pakar, formulasi kebijakan teknologi yang dihasilkan diharapkan dapat lebih komprehensif dan diperkaya oleh berbagai sudut pandang berdasarkan pengalaman dan keahlian dari pakar. Formulasi kebijakan teknologi yang lebih komprehensif dapat dijadikan acuan bagi Kementerian Pertanian dalam menyusun kebijakan

adaptasi dan mitigasi pascapanen padi dalam menghadapi perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibroto TA. 2011. *Iptek untuk Adaptasi Perubahan Iklim: Kajian Kebutuhan Tema Riset Prioritas*. Jakarta: Dewan Riset Nasional.
- Aldrian E, Karmini M, dan Budiman. 2011. *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*. Jakarta: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.
- Cooper C, Fletcher J, Wanhill S, Gilbert D, Shepherd R. 1998. *Tourism Principles and Practice*. Essex: Pearson Education.
- Dunn WN. 1994. *Public Policy Analysis: An Introduction*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Eriyatno dan Sofyar F. 2007. *Riset Kebijakan Metode Penelitian Untuk Pascasarjana*. Bogor: IPB Press.
- Ernst D, Ganiatsos T, dan Mytelka L. 1998. *Technological Capabilities in the Context of Export-led Growth: A Conceptual Framework, in Ernst, Ganiatsos, and Mytelka, Technological Capabilities and Export Success in Asia*. London: Rotledge.
- Geist MR. 2010. Using The Delphi Method to Engage Stakeholder: A Comparison of Two Studies. *Evaluation and Program Planning* 33: 147 – 154.
- Grindle, Merilee S, dan Thomas JW. 1991. *Public Choices and Policy Change: The Political Economy of Reform in Developing Countries*. Maryland: John Hopkins University Press.
- Gumbira-Said E, Rachmayanti, dan Muttaqin MZ. 2004. *Manajemen Teknologi Agribisnis*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Horikawa S, Furuhashi T, dan Uchikawa Y. 1992. An Fuzzy Modelling Using Fuzzy Neural Network with The Back Propagation Algorithm. *IEE Transaction on Neural Network* 3 (5): 801 – 806.
- Las I. 2008. Menyiasati Fenomena Anomali Iklim bagi Pemantapan Produksi Padi Nasional pada Era Revolusi Hijau Lestari. *Pengemb Inovasi Pert.* 1 (2): 83 - 104.
- Las I, Pramudia A, Runtuuwu E, Setyanto P. 2011. Antisipasi Perubahan Iklim dalam Mengamankan Produksi Beras Nasional. *Pengemb Inovasi Pert.* 4 (1): 76 - 86.
- Omamo SW dan Lynam JK. 2003. Agricultural Science and Technology Policy in Africa. *Res Policy* 32: 1681 – 1694.
- Meier GM. 1991. *Politics and Policymaking in Developing Countries: Perspectives on the New Political Economy*. San Francisco:

- International Center for Economic Growth Press.
- Rajaram T dan Das A. 2010. Modelling of Interactions Among Sustainability Components of an Agro-Ecosystem Using Local Knowledge through Cognitive Mapping and Fuzzy Inference System. *Expert Systems with Appl.* 37: 1734 – 1744.
- Surmaini E, Runtuwuu E, dan Las I. 2010. Upaya Sektor Pertanian dalam Menghadapi Perubahan Iklim. *J Litbang Pert.* 30 (1): 1 - 7.
- Tavana M, Azizi F, dan Behzadian M. 2013. A Fuzzy Inference System with Application to Player Selection and Team Formation in Multi-Player Sports. *Sport Mgmt Rev.* 16: 97-110.
- Yager RR. 1993. *Non-Numeric Multi-Criteria Multi-Person Decision Making. Group Decision and Negotiation.* 2: 81 – 93.
- BMG. 2011. Prakiraan Musim Hujan 2011/2012 di Indonesia. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.
- BMG. 2012. Prakiraan Musim Kemarau 2012 di Indonesia. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.