



AGROMIX

Jurnal Ilmiah Fakultas Pertanian, Universitas Yudharta Pasuruan
pISSN (Print): 2085-241X; eISSN (Online): 2599-3003
Website: <https://jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/agromix>

Pemodelan dinamika sistem ketersediaan ubi kayu di kabupaten Aceh Besar

System dynamics modeling of cassava supply in Aceh Besar regency

Lukman Hakim^{1*}, Litna Nurjannah Ginting¹, Amalia Nur Milla²

¹ Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

² Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Indonesia

*Email korespondensi: lukman.hakim.sp.mp@unsyiah.ac.id

ABSTRACT

Article history

Received : June 16, 2022

Accepted : January 10, 2023

Published : March 31, 2023

Keyword

System dynamics; supply; agroindustry; cassava

Introduction: Cassava (*Manihot esculenta crantz*) is a food crop commodity that has a large potential to be developed as food and raw material for agroindustry in Aceh Besar Regency. This study aims to create a system dynamics model of cassava supply as raw material for agroindustry and future food consumption. **Methods:** This study uses system dynamics methodology which is a modeling approach based on systemic thinking and uses a perspective based on information feedback and delays, to understand the dynamics of complex behavior from physical system, biological system, and social system, which occur in modeling the dynamics of the cassava availability system in Aceh Besar Regency. **Results:** This study results in 4 (four) sub-models, namely the sub-model of cassava supply capacity, the sub-model of cassava production, the sub-model of consumption demand in cassava market, and the sub-model of agroindustry supply capacity management. The model design shows that cassava productivity, fertilization cost, and market absorption of cassava, are variables that have a very strong influence and become leverage points that must be intervened to obtain improvement. **Conclusion:** This condition affects the intensity of farmers in managing their farms and results in performance; production, supply, sales of cassava, maintenance costs (use of fertilizers), liquidity of farmers' cash capital, cassava productivity, and linkages between farming and other businesses (livestock and agroindustry), which in turn has implications for value added, profitability, and farmers' profit.

ABSTRAK

Riwayat artikel

Dikirim : 16 Juni, 2022

Disetujui : 10 Januari, 2023

Diterbitkan : 31 Maret, 2023

Kata Kunci

Dinamika sistem; ketersediaan; agroindustri; ubi kayu

Pendahuluan: Ubi kayu (*Manihot esculenta crantz*) merupakan komoditas tanaman pangan yang berpotensi cukup besar untuk dikembangkan sebagai bahan pangan dan bahan baku agroindustri di Kabupaten Aceh Besar. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model dinamika sistem ketersediaan ubi kayu sebagai bahan baku agroindustri dan konsumsi pangan di masa mendatang. **Metode:** Penelitian ini menggunakan metodologi dinamika sistem yang merupakan pendekatan pemodelan berbasis berpikir sistemik serta menggunakan perspektif berdasarkan umpan balik informasi dan *delays*, untuk memahami dinamika perilaku yang kompleks dari sistem fisika, sistem biologis, dan sistem sosial, yang terjadi pada pemodelan dinamika sistem ketersediaan ubi kayu di Kabupaten Aceh Besar. **Hasil:** Penelitian ini menghasilkan 4 (empat) buah sub model, yaitu sub model kapasitas penyediaan ubi kayu, sub model produksi ubi kayu, sub model kebutuhan konsumsi di pasar ubi kayu, dan sub model manajemen kapasitas pasokan agroindustri. Model yang dirancang memperlihatkan bahwa produktivitas ubi kayu, biaya pemupukan, dan penyerapan pasar ubi kayu, merupakan variabel yang berpengaruh sangat kuat dan menjadi *leverage points* yang harus diintervensi untuk memperoleh perbaikan. **Kesimpulan:** Kondisi ini mempengaruhi intensitas petani dalam pengelolaan usaha taninya dan berakibat pada kinerja; produksi, persediaan, penjualan ubi kayu, biaya pemeliharaan (penggunaan pupuk), likuiditas modal kas petani, produktivitas ubi kayu, dan keterkaitan usahatani dengan usaha lainnya (usaha ternak dan agroindustri), yang pada akhirnya berimplikasi pada nilai tambah, profitabilitas, dan keuntungan petani.

Sitasi: Hakim, L., Ginting, L. N., & Milla, A. N. (2023). Pemodelan dinamika sistem ketersediaan ubi kayu di kabupaten Aceh Besar. *Agromix*, 14(1), 48-59. <https://doi.org/10.35891/agx.v14i1.3155>

PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan primer setiap individu. Kekurangan pangan secara meluas berdampak buruk terhadap stabilitas negara, diantaranya kerawanan ekonomi, sosial, dan politik. Salah satu tanaman penting yang berfungsi sebagai bahan pangan, pakan, dan bahan baku industri baik hulu maupun hilir adalah ubi kayu. Di Indonesia, ubi kayu menjadi salah satu bahan pangan potensial setelah beras dan jagung, yang berperan cukup besar dalam mencukupi pangan nasional. Ubi kayu merupakan tanaman yang telah diolah menjadi berbagai produk yang memiliki nilai ekonomi serta memiliki potensi tinggi untuk industrialisasi (Ukwuru & Egbonu, 2013). Seiring perkembangan teknologi, ubi kayu juga digunakan sebagai bahan pakan (ransum) ternak dan bahan baku berbagai industri (Prihatiman, 2017). Beberapa negara bahkan telah mengembangkan ubi kayu sebagai sumber bahan bakar energi alternatif (*biofuel*). Indonesia termasuk ke dalam salah satu dari lima negara di dunia yang merupakan produsen ubi kayu terbesar, selain Nigeria, Thailand, Brazil, dan Congo (Darma dkk., 2019).

Kabupaten Aceh Besar, dengan luas wilayah 2.903,49 km² merupakan salah satu kabupaten sentra produksi ubi kayu di Provinsi Aceh. Kriteria suatu daerah sebagai kabupaten sentra produksi ubi kayu menurut Hafshah (2013), antara lain memiliki areal tanam yang cukup luas, produksi yang relatif tinggi, memiliki akses terhadap pasar, terdapat industri yang memanfaatkan bahan baku ubi kayu seperti pabrik tapioka dan *chips/pellet*, *home industry* pembuatan keripik singkong dan lain-lain, jaringan kemitraan usaha, serta memiliki sarana dan prasarana penunjang.

Total produksi ubi kayu Kabupaten Aceh Besar periode 2012-2018 adalah sekitar 27-40% dari total produksi ubi kayu di Provinsi Aceh (BPS, 2019). Jumlah produksi ubi kayu di Kabupaten Aceh Besar sebagian besar digunakan untuk memenuhi kebutuhan agroindustri dan *home industry* pengolahan ubi kayu, seperti industri tepung tapioka (*aci*), keripik, tapai, dan lain-lain.

Pada tahun 2012-2018, salah satu hal yang menyebabkan penurunan produksi ubi kayu di Kabupaten Aceh Besar adalah sangat rendahnya harga ubi kayu di tingkat produsen, yang berkisar antara Rp 1.000 - 1.200 per kg. Hal ini senada dengan penelitian Asnawi dkk. (2016), yang menyatakan bahwa harga jual ubi kayu di Lampung Tengah pada tingkat produsen sebesar Rp 700,- per kg, sedangkan harga jual jagung di tingkat produsen sebesar Rp 2.100,- per kg. Kondisi yang kurang menguntungkan ini menjadi salah satu penyebab petani ubi kayu beralih untuk menanam jagung, di samping waktu tanam jagung yang lebih pendek dibandingkan dengan masa tanam ubi kayu, harga jualnya pun lebih tinggi dibandingkan ubi kayu.

Masalah utama yang timbul dalam sistem ketersediaan ubi kayu adalah tidak tersedianya kuantitas bahan baku secara kontinu dan terjadinya fluktuasi harga ubi kayu pada tingkat petani, sehingga mempengaruhi minat petani untuk menanam ubi kayu. Selain rendahnya harga jual, penurunan produksi ubi kayu juga dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal petani berupa umur, pengalaman berusahatani, pendidikan petani, keanggotaan kelompok tani, dan keikutsertaan dalam penyuluhan (Fadwiwati, 2013). Penelitian Manihuruk dkk. (2018) menyebutkan bahwa pengalaman berusahatani, keikutsertaan petani dalam kelompok tani, dan keikutsertaan petani dalam penyuluhan, sangat berpengaruh terhadap tingkat efisiensi teknis usahatani ubi kayu sehingga akan meningkatkan produksi ubi kayu Indonesia. Penelitian Anggraini dkk. (2016) juga menyatakan bahwa usahatani ubi kayu di Kabupaten Lampung Tengah secara teknis tidak efisien. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata efisiensi teknis kurang dari 0,70%. Peningkatan penggunaan input seperti bibit, pupuk N, dan K, masih dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan produksi. Penelitian Fadlli & Bowo (2018) yang membahas efisiensi usahatani ubi kayu di Kabupaten Pati juga menyatakan bahwa usahatani ubi kayu di Pati juga belum efisien secara teknis, namun nilai rata-rata yang diperoleh lebih besar dibandingkan pada Kabupaten Lampung Tengah, yaitu 99,76%. Peningkatan tenaga kerja dan bibit dapat dilakukan dalam upaya perbaikan tingkat efisiensinya, namun harus mengurangi penggunaan pupuknya. Daya saing ubi kayu Indonesia, baik di tingkat usahatani maupun di tingkat industri pengolahan, ditentukan oleh efisiensi teknis produksi di tingkat usahatani. Semakin tinggi tingkat efisiensi teknis ubi kayu di tingkat usahatani, maka daya saing ubi kayu semakin meningkat (Sinaga, 2021). Penelitian Olurotimi dkk. (2018) melihat pengaruh modal sosial (*social capital*) terhadap efisiensi teknis ubi kayu di Oyo, Nigeria. Penelitian ini menyatakan bahwa modal sosial yang diberikan dapat meningkatkan efisiensi produksi ubi kayu, namun hal tersebut juga tergantung pada niat para petani.

Permasalahan selanjutnya terkait dengan daya saing produk ubi kayu lokal yang masih cukup rendah dibandingkan dengan daerah lain. Penelitian Rachmat & Nuryanti (2014) tentang daya saing produk olahan pertanian menyatakan bahwa untuk mendapatkan pangsa pasar domestik dan internasional, beberapa hal yang perlu ditingkatkan adalah efisiensi, mutu, dan daya saing. Oleh karenanya, sistem produksi, pascapanen, dan pengolahan, harus diperhatikan. Penelitian senada mengenai daya saing ubi kayu oleh Adesiyon dkk. (2018) mendeskripsikan bahwa komoditas ubi kayu Nigeria memiliki keunggulan komparatif dan kompetitif. Nilai NPCI yang kurang dari satu menjelaskan bahwa biaya faktor-faktor produksi untuk ubi kayu di Nigeria lebih rendah dibandingkan harga dunia. Dayanandan & Ataro (2018) menunjukkan bahwa tren ubi kayu di Afrika telah meningkat dari waktu ke waktu. *Farmer's share* 35 persen merupakan pembagian terbaik untuk meningkatkan efisiensi dan kekayaan petani. Nilai keunggulan kompetitif dan keunggulan komparatif industri pengolahan ubi kayu menunjukkan bahwa industri pengolahan ubi kayu memiliki keunggulan komparatif namun tidak memiliki keunggulan kompetitif. Hasil dari penelitian ini sejalan dengan

penelitian Asriani (2014) yang menyatakan bahwa produk olahan ubi kayu Indonesia seperti pati, gaplek, dan tapioka, memiliki keunggulan komparatif, namun daya saing masih cukup rendah dan cenderung bertindak sebagai pengimpor. Berbeda dengan penelitian Pramesti dkk. (2018), menurutnya Indonesia tidak memiliki keunggulan komparatif namun memiliki keunggulan kompetitif pada komoditas ubi kayunya.

Menurut Amilia & Choiron (2017), daya saing industri pengolahan tepung tapioka dapat dilakukan melalui peningkatan efisiensi produksi tepung tapioka dengan cara menambah kualitas produk, mengoptimalkan kinerja tenaga kerja, dan mengelola persediaan bahan baku serta bahan penolong. Berdasarkan penelitian Taslim & Rifin (2019), kuantitas impor produk olahan ubi kayu (tapioka) tidak mempengaruhi harga ubi kayu. Namun, harga tapioka yang diimpor secara signifikan dapat mempengaruhi harga ubi kayu Indonesia. Peran pemerintah untuk menjaga harga ubi kayu yang tetap terjangkau sangat diperlukan agar industri pengolahan ubi kayu dapat terus beroperasi. Selain itu, pendapatan petani ubi kayu juga harus tetap tinggi meskipun harga yang diterimanya rendah. Oleh karena itu, petani harus meningkatkan produksi dan produktivitas ubi kayunya, salah satunya dengan menerapkan program ekstensifikasi dan intensifikasi pertanian.

Permasalahan ketersediaan ubi kayu secara regional merupakan suatu permasalahan sistem yang cukup kompleks dengan melibatkan berbagai komponen dan variabel di dalamnya yang saling berinteraksi dan terintegrasi. Pengalaman petani menunjukkan bahwa usahatani ubi kayu sering tidak membuahkan hasil yang cukup baik untuk keluarga. Beberapa indikator penting antara lain nilai tambah, profitabilitas, dan keuntungan yang diciptakan dari usahatani ini masih sangat rendah. Rendahnya harga ubi kayu menyebabkan kurangnya daya tarik dari petani untuk melakukan usahatani ubi kayu, sehingga berdampak pada rendahnya produktivitas ubi kayu dan berimplikasi pada menurunnya tingkat produksi petani. Situasi ini diperparah dengan rendahnya daya serap agroindustri yang menggunakan bahan baku ubi kayu, yang berakibat pada tingginya ketersediaan ubi kayu. Tingginya penawaran ubi kayu petani dan rendahnya permintaan ubi kayu untuk kebutuhan agroindustri akan memicu terciptanya harga ubi kayu yang rendah, dan hal ini akan memberikan kontribusi pada pendapatan yang minim bagi petani.

Bertolak dari kompleksitas dan dinamis permasalahan tersebut, maka Penelitian ini bertujuan untuk membuat model dinamika sistem ketersediaan ubi kayu sebagai bahan baku agroindustri dan konsumsi pangan di masa mendatang di Kabupaten Aceh Besar, untuk itu diperlukan pemahaman yang mendalam dan menyeluruh (*holistic*) tentang unsur-unsur fenomena dan keterkaitannya dalam pengembangan ubi kayu. Menurut (Serman, 2000), perancangan yang tepat terhadap suatu persoalan yang bersifat dinamis (berubah terhadap waktu) dan holistik dapat dilakukan dengan menggunakan metodologi dinamika sistem (*system dynamics*).

METODE

Metodologi dinamika sistem

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Aceh Besar, berdasarkan pertimbangan bahwa Kabupaten Aceh Besar merupakan sentra produksi ubi kayu di Provinsi Aceh, sekaligus menjadi wilayah kerja penelitian ini. Penelitian ini menggunakan metodologi dinamika sistem (*system dynamics*), yang merupakan pendekatan pemodelan berbasis berpikir sistemik serta menggunakan perspektif berdasarkan umpan balik informasi dan *delays*, untuk memahami dinamika perilaku yang kompleks dari sistem fisika, sistem biologis, dan sistem sosial, yang terjadi pada pemodelan dinamika sistem ketersediaan ubi kayu di Kabupaten Aceh Besar.

Penyusunan model dinamika sistem tersebut dilakukan dengan *software Veneta Simulation (Vensim DSS)*, yaitu pada tahapan pembuatan diagram sebab akibat, pembuatan diagram alir atau diagram sub model (*level* dan *rate*) dari sistem yang dikaji, tahapan pengembangan model dari sistem, tahapan pengujian asumsi model, dan tahapan simulasi (Tasrif, 2012). Untuk penelitian ini, capaian hasil penelitian difokuskan pada tahapan pembuatan diagram sebab akibat (*causal loop diagram*) dari struktur model umum ketersediaan ubi kayu di Kabupaten Aceh Besar. Diagram sebab akibat dalam *system dynamics* dikenal juga sebagai pemodelan kualitatif, karena bertujuan untuk menggambarkan dan mengungkap (*to describe and explore*) serta menggambarkan dan menjelaskan (*to describe and explain*) secara induktif (Moleong, 2012).

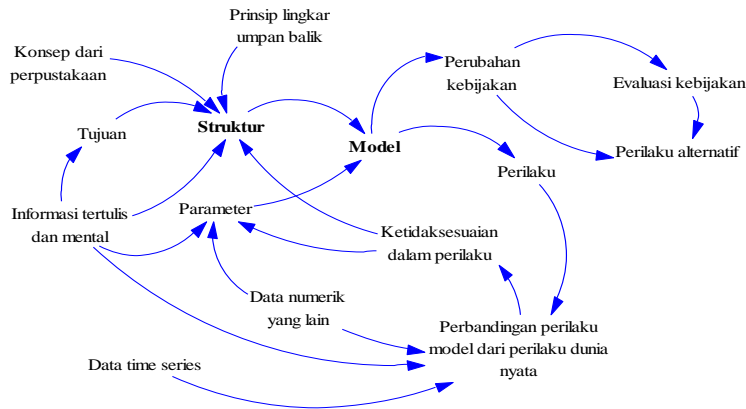
Sumber data

Identifikasi kebutuhan untuk perancangan model ketersediaan ubi kayu dilakukan melalui studi kepustakaan, observasi, dan wawancara mendalam dengan responden dan informan kunci dari setiap pemangku kepentingan terkait, yaitu praktisi dan pengambil kebijakan yang terlibat dalam prosedur penyediaan input, produksi, serta pemasaran output ubi kayu. Jenis data yang ditampilkan dengan pendekatan dinamika sistem terdiri atas tiga jenis, yaitu data numerik, data tertulis (literatur), dan model mental.

Data numerik yang digunakan adalah berbagai variabel yang terdapat dalam struktur fisik dan keputusan pada sistem ketersediaan ubi kayu yang diteliti, antara lain persediaan input (tenaga kerja, pupuk, bibit, dan alsintan), jumlah produksi ubi kayu, produktivitas ubi kayu, pola budidaya dalam usahatani ubi kayu, pemasaran ubi kayu, pengolahan ubi kayu, kebutuhan pasar ubi kayu, pemasaran ubi kayu, dan lainnya. Data tertulis merupakan berbagai rujukan yang digunakan dalam pemodelan, seperti data sekunder, jurnal penelitian, dan buku yang relevan dengan

penelitian. Model mental merupakan kaidah yang melandasi pembuatan keputusan oleh para pelaku yang terlibat dalam sistem ketersediaan ubi kayu yang dikaji. Data numerik dan model mental diperoleh dari hasil wawancara dengan responden dan kegiatan *Focuss Group Discussion* (FGD) dengan para pemangku kepentingan.

Data model mental, kepustakaan, dan numerik yang dikumpulkan, diolah menjadi suatu rancangan model dengan menggunakan metodologi dinamika sistem (Gambar 2).



Gambar 2. Perancangan model dinamika sistem

Pengujian model

Model sebagai replika sistem nyata, perlu diketahui kesahihannya, untuk itu dilakukan pengujian model. Uji model dilakukan dengan membandingkan perilaku model dengan perilaku sistem yang sebenarnya yang direpresentasikan oleh data empirik di lapangan. Apabila hasil perbandingan tersebut mempunyai kesesuaian dengan data empirik, maka model dinyatakan sebagai replika sistem nyata yang baik atau valid.

Validasi model dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu: 1) validasi melalui komparasi grafik hasil simulasi dengan data statistik. Validasi jenis ini ditampilkan dengan menyatukan representasi data empirik dan data hasil simulasi dalam satu grafik, 2) validasi dengan uji statistik (*Theil Statistics*). Dalam uji statistik standar yang digunakan untuk mengukur kesalahan adalah rerata kuadrat kesalahan dengan *MSE* (*Mean Square Error*) yang dinyatakan dalam persamaan berikut (Sterman, 2000):

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [(S_t - A_t)/A_t]^2$$

Keterangan:

- MSE* = *Mean Square Error*
- S_t = nilai simulasi pada waktu t
- A_t = nilai aktual pada waktu t
- n = jumlah pengamatan ($t = 1, 2, \dots, n$)

Semakin kecil nilai *MSE* menunjukkan tingkat kesalahan semakin kecil dan sebaliknya. Penafsiran kesalahan hasil simulasi ditunjukkan dengan *RMSPE* (*Root Mean Square Percent Error*). *RMSPE* merupakan nilai akar kuadrat rata-rata persentase kesalahan yang dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [(S_t - A_t)/A_t]^2}$$

$$\bar{S} = \frac{1}{n} \sum S_t$$

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum A_t$$

$$S_s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (S_t - \bar{S})^2}$$

$$r = \frac{1}{n} \sum \frac{(S_t - \bar{S})(A_t - \bar{A})}{S_s S_A}$$

Keterangan:

- n = jumlah pengamatan (t = 1, 2, ..., n)
- S_t = nilai simulasi pada waktu t
- A_t = nilai aktual pada waktu t
- \bar{S} = rata-rata nilai simulasi
- \bar{A} = rata-rata nilai aktual
- S_s = standar deviasi nilai simulasi
- S_A = standar deviasi nilai aktual
- r = koefisien korelasi antara nilai simulasi dan nilai aktual

Beberapa kesalahan yang terjadi dapat dibedakan atas tiga jenis, yaitu: proporsi ketidak-samaan bias (U^M), Ketidak-samaan varian (U^S), dan ketidak-samaan kovarian (U^C). Model yang ideal seharusnya memiliki kesalahan yang sangat kecil dan terkonsentrasi pada U^C dan U^S . Dari semua uji statistik dimaksud, penentuan signifikansi dan tingkat toleransinya bergantung pada tujuan model yang dibuat dan karakteristik datanya. Adapun persamaan ketidak-samaan tersebut diuraikan sebagai berikut:

$$U^M = \frac{(S - A)^2}{1/n \sum_{t=1}^n [S_t - A_t]^2}$$

$$U^S = \frac{(S_s - S_A)^2}{1/n \sum_{t=1}^n [S_t - A_t]^2}$$

$$U^C = \frac{2(1-r)S_s \cdot S_A}{1/n \sum_{t=1}^n [S_t - A_t]^2}$$

$$U^M + U^S + U^C = 1$$

Nilai dari setiap besaran di atas diberikan oleh persamaan-persamaan berikut:

$$\bar{S} = 1/n \sum S_t$$

$$\bar{A} = 1/n \sum A_t$$

$$S_s = \sqrt{1/n \sum [S_t - \bar{S}]^2}$$

$$S_A = \sqrt{1/n \sum [A_t - \bar{A}]^2}$$

$$r = \frac{1/n \sum [S_t - \bar{S}][A_t - \bar{A}]}{S_s \cdot S_A}$$

keterangan:

- U^M = proporsi MSE karena bias
- U^S = proporsi MSE karena varian
- U^C = proporsi MSE karena kovarian
- \bar{S} = rata-rata nilai simulasi
- \bar{A} = rata-rata nilai aktual
- S_t = nilai simulasi pada waktu t
- A_t = nilai aktual pada waktu t
- S_s = standar deviasi nilai simulasi
- S_A = standar deviasi nilai aktual
- n = jumlah pengamatan (t = 1, 2, ..., n)

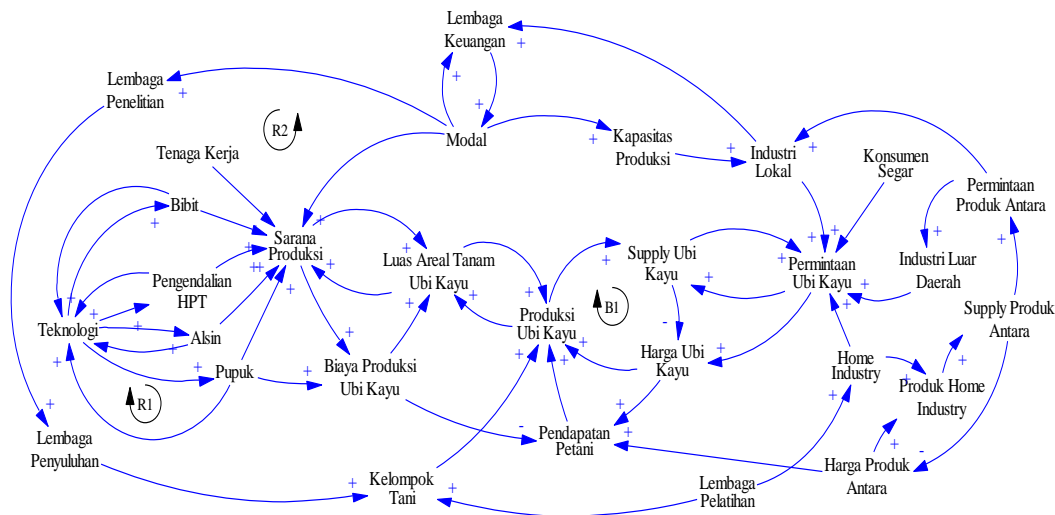
HASIL DAN PEMBAHASAN

Representasi model ketersediaan ubi kayu di kabupaten Aceh Besar

Model ketersediaan ubi kayu disusun berdasarkan fenomena perilaku sistem ketersediaan ubi kayu di Kabupaten Aceh Besar. Diagram *causal loop* yang terdapat pada representasi model ketersediaan ubi kayu ini menggambarkan variabel-variabel yang saling berkaitan (*interdependent*). *Causal loop* diagram itu sendiri merupakan generalisasi dari model mental peneliti yang sudah dirangkum berdasarkan pemahaman informasi dari responden dan berbagai literatur.

Komponen utama pada sistem ketersediaan ubi kayu adalah pasar. Gambar 3 memperlihatkan interaksi antara berbagai variabel yang terkait dengan pasar atau *supply* ubi kayu, dan menunjukkan perilaku umpan balik yang negatif (B1), sehingga menciptakan keseimbangan untuk mencapai stabilitas harga ubi kayu. Kinerja usahatani dalam pemenuhan setiap pesanan ubi kayu akan dipersepsikan oleh pasar (industri lokal, industri luar daerah, *home industry* dan rumah tangga). Setiap persepsi pesanan yang terpenuhi menentukan daya tarik pasar, jika pasar mempersepsikan usahatani mampu memenuhi setiap pesannya, maka daya tarik usahatani di pasar dapat bertahan. Sebaliknya, apabila pasar mempersepsikan usahatani tidak mampu memenuhi pesannya secara penuh, maka daya tarik usahatani menjadi turun, sehingga pangsa pasar yang dikuasai berkurang. Secara non linier, kondisi tersebut berdampak terhadap pengurangan jumlah pesanan ubi kayu dari petani.

Peningkatan jumlah permintaan bahan baku ubi kayu oleh *home industry*, industri lokal, industri luar daerah dan rumah tangga, direspon petani dengan meningkatkan jumlah penawaran ubi kayu di pasar. Keseimbangan permintaan dan penawaran ubi kayu tersebut menciptakan fluktuasi harga ubi kayu di pasar. Sistem agroindustri/*home industry* berkelanjutan merupakan sistem yang mengintegrasikan petani atau produsen ubi kayu dengan pasar agroindustri yang menggunakan bahan baku ubi kayu dalam proses produksinya. Stabilitas harga ubi kayu merupakan hal yang penting untuk menciptakan usahatani yang kondusif, karena dapat memotivasi petani untuk menambah luas areal tanam.



Gambar 3. Diagram *causal loop* sistem ketersediaan ubi kayu

Pedagang pengumpul dan pedagang besar merupakan pelaku pasar ubi kayu yang dominan di Kabupaten Aceh Besar. Pedagang pengumpul di tingkat desa melakukan transaksi ubi kayu dengan petani dan mendistribusikannya ke lembaga pemasaran lainnya untuk memenuhi permintaan pasokan ke pihak agroindustri dan pedagang besar di tingkat kecamatan. Petani menjual ubi kayu ke pedagang pengumpul di tingkat desa dengan harga jual berkisar antara Rp 1.000,- sampai dengan Rp 1.200,- per kg. Kehadiran pedagang pengumpul sangat penting dalam pemasaran ubi kayu, hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan waktu panen dan terpercarnya tempat produksi ubi kayu.

Pedagang besar merupakan lembaga pemasaran yang memiliki tugas antara lain: melakukan proses konsentrasi ubi kayu di tingkat kecamatan, penyimpanan (*storage*), dan proses distribusi yang berhubungan dengan agen penjualan atau pengecer. Biaya terbesar dalam lembaga pemasaran ubi kayu adalah biaya penyimpanan, karena ubi kayu merupakan komoditas yang mudah rusak. Margin pemasaran yang diterima oleh pedagang besar, selain ditentukan oleh jarak antara pedagang pengumpul dan agen penjualan/pengecer, juga ditentukan oleh proses pengolahan (*storage*) ubi kayu tersebut.

Peningkatan produksi ubi kayu mendorong pertambahan luas lahan budidaya ubi kayu di tingkat petani yang berimplikasi pada peningkatan kebutuhan sarana produksi berupa modal, tenaga kerja, bibit ubi kayu, praktek budidaya (pengendalian HPT, alsintan, dan pemupukan) yang dilakukan, dan perubahan input produksi lainnya seperti fluktuasi iklim/cuaca. Hal ini bersesuaian dengan pendapat ahli yang menyatakan bahwa pengelolaan sumberdaya

yang tersedia (varietas, tanah, air dan sarana produksi) secara terpadu berdasarkan kondisi spesifik dapat meningkatkan produksi ubi kayu (Kementerian Pertanian RI, 2012).

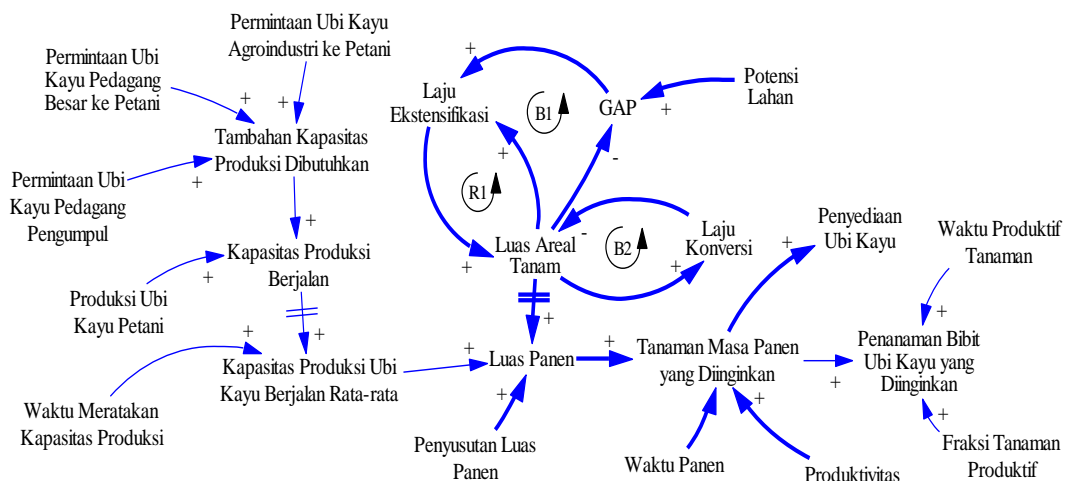
Jumlah petani merupakan salah satu sumberdaya penting dalam budidaya ubi kayu. Fraksi jumlah petani merupakan *proxy* dari pertumbuhan populasi penduduk Kabupaten Aceh Besar yang diakibatkan oleh kelahiran, kematian, imigrasi maupun emigrasi. Berdasarkan pengamatan di lapangan, peningkatan kapasitas petani diperoleh dengan cara: a) berinteraksi dengan petani yang lebih sukses, b) mengikuti pelatihan yang diselenggarakan oleh pemerintah daerah melalui dinas yang terkait, dan c) diperoleh secara turun temurun (garis keturunan). Kapasitas petani ini penting dalam pengorganisasian input produksi yang dimiliki serta dapat mendorong peningkatan produksi ubi kayu.

Peningkatan layanan *stakeholders* dalam hal pelatihan/penyuluhan, inovasi teknologi, serta penyediaan modal usaha bagi petani, sangat penting untuk meningkatkan sumberdaya pada basis produksi ubi kayu. Pelatihan dan penyuluhan yang ditujukan kepada basis produksi ubi kayu (kelompok tani) dapat mengoptimalkan produk yang dihasilkan sehingga mendorong kebutuhan inovasi teknologi pengolahan dalam pembuatan pupuk organik, pakan ternak, dan produk antara (*chip* dan tepung tapioka kasar). Peningkatan inovasi teknologi pada produk olahan ubi kayu akan mendorong peningkatan ketersediaan produk antara di pasar. Layanan ketersediaan modal juga diperlukan dalam peningkatan kapasitas produksi industri lokal yang berimplikasi pada peningkatan jumlah permintaan produk antara, baik yang dihasilkan oleh basis produk antara maupun basis produksi ubi kayu. Berbagai komponen yang terkait dengan teknologi dan layanan *stakeholders* menghasilkan umpan balik positif (positif *feedback/R2*) atau perilaku pertumbuhan (*growth*), yang berarti bahwa teknologi dan layanan *stakeholders* akan mendorong pertumbuhan produksi dan ketersediaan ubi kayu di Kabupaten Aceh Besar.

Sub model kapasitas penyediaan ubi kayu

Sub model kapasitas penyediaan ubi kayu dipengaruhi oleh variabel-variabel antara lain luas areal tanam, alih fungsi lahan (konversi), perluasan areal tanam (ekstensifikasi), luas panen, dan produktivitas. Disamping variabel-variabel tersebut, dibutuhkan pula konstanta sebagai input bagi model sehingga memudahkan dalam modifikasi model apabila terjadi perubahan-perubahan yang sesuai dengan kondisi nyata. Konstanta tersebut antara lain persen ekstensifikasi, persen konversi, dan produktivitas ubi kayu (Hakim, 2016).

Berdasarkan Gambar 4, dapat dijelaskan bahwa ubi kayu yang dikirim dari hasil budidaya petani untuk pasokan ubi kayu ke pasar lokal maupun agroindustri belum sepenuhnya dapat memenuhi permintaan sesuai dengan yang diinginkan. Berdasarkan hal tersebut, petani ubi kayu di Kabupaten Aceh Besar harus menambah kapasitas produksi ubi kayu sesuai dengan kebutuhan tersebut. Hal ini menunjukkan adanya hubungan ke belakang dalam bentuk permintaan ubi kayu yang berasal dari pedagang pengumpul, pedagang besar, dan agroindustri/*home industry*. Di lain pihak, hubungan ke depan berkaitan dengan produksi (budidaya) ubi kayu petani yang direspon dalam bentuk bibit ubi kayu yang ingin ditanam. Dalam kurun waktu tertentu (*delay*), kapasitas berjalan produksi ubi kayu merupakan faktor penentuan dalam perhitungan produksi ubi kayu yang diinginkan.



Gambar 4. Diagram sub model kapasitas penyediaan ubi kayu

Pada sub model ini terdapat dua *loop*, yaitu: *loop* pertama, menyatakan bahwa semakin banyak perluasan areal tanam (ekstensifikasi) yang dilakukan untuk budidaya tanaman ubi kayu, maka semakin banyak areal tanam untuk budidaya tanaman tersebut. Kemudian, jika semakin banyak areal tanam, maka semakin banyak perluasan areal tanam. Ini berkaitan dengan alternatif kebijakan perluasan areal tanam yang dapat diambil oleh pemerintah seperti kebijakan perluasan areal tanam ubi kayu secara kontinu per tahun, per tiga tahun, dan seterusnya. Selanjutnya,

hubungan yang terjadi antara variabel perluasan areal tanam dengan areal tanam dapat dinyatakan sebagai positif *feedback* yang memiliki sifat memperkuat (*reinforcing/R1*).

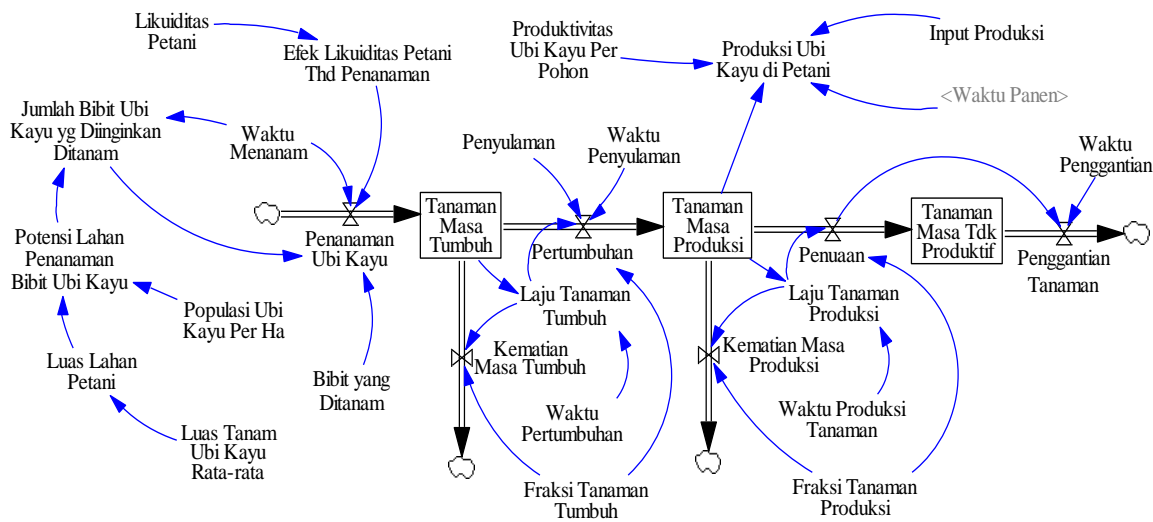
Pada *loop* B1 digunakan variabel perantara, yaitu kesenjangan/gap yang menyatakan selisih antara potensi lahan dengan luas areal tanam riil. Semakin besar luas areal tanam untuk budidaya tanaman ubi kayu, maka semakin kecil luas gap. Semakin kecil luas gap, maka semakin kecil perluasan areal tanam yang dapat dilakukan. Atau, semakin besar luas gap, maka semakin besar perluasan lahan yang dapat dilakukan. Variabel gap pada *loop* B1 akan menghasilkan hubungan negatif *feedback* yang akan menuju ke arah kesetimbangan (*balancing/B1*).

Sementara itu, *loop* kedua menyatakan bahwa semakin banyak luas areal tanam yang tersedia untuk budidaya tanaman ubi kayu, maka semakin besar peluang terjadinya alih fungsi lahan (konversi). Sedangkan, jika semakin besar alih fungsi lahan yang terjadi, maka semakin sedikit luas areal tanam untuk budidaya tanaman ubi kayu. Hubungan yang terjadi pada *loop* kedua adalah negatif *feedback* yang akan menuju ke arah kesetimbangan (*balancing/B2*).

Selanjutnya, luas areal tanam akan memberikan pengaruh positif terhadap luas panen. Pada proses luas areal tanam menjadi luas panen terdapat *delay* (waktu tunggu), yaitu sejak tanaman ubi kayu ditanam sampai dengan pemanenan memerlukan waktu rata-rata 10-12 bulan. Dalam variabel luas panen terdapat penyusutan luas panen yang akan memberikan pengaruh negatif terhadap luas panen. Hal ini berarti semakin besar penyusutan luas panen yang terjadi maka semakin berkurang luas panen. Penyusutan luas panen dapat terjadi sebagai akibat kerusakan tanaman karena serangan hama/penyakit, bencana alam, atau penggantian tanaman yang diusahakan. Luas panen akan memberikan pengaruh positif terhadap produksi yang berarti semakin besar luas panen ubi kayu, maka semakin besar produksi ubi kayu yang dihasilkan. Selanjutnya, produksi akan memberikan pengaruh positif terhadap penyediaan ubi kayu yang berarti semakin banyak produksi ubi kayu, maka semakin banyak ubi kayu yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan.

Sub model produksi ubi kayu

Produksi yang dihasilkan dalam sub model ini memberikan tambahan bagi produksi ubi kayu di tingkat petani. Gambar 5 menunjukkan struktur fisik dan keputusan yang dibuat petani dalam pengorganisasian sumberdaya yang dimiliki untuk menghasilkan produksi ubi kayu.



Gambar 5. Diagram sub model produksi ubi kayu

Sub model produksi ubi kayu dibangun ke dalam empat fase, yaitu masa penanaman, masa pertumbuhan, masa produksi, dan masa pergantian tanaman. Fase produksi ubi kayu direpresentasikan sebagai *flow* (aliran) (Hakim, 2016). Sementara itu, dinamika jumlah tanaman ubi kayu tumbuh, produktif dan tidak produktif, yang ditentukan oleh *flow* (aliran), dimaknai sebagai *stock* (level). Masa penanaman merupakan fase persiapan ke masa pertumbuhan, berkisar selama 1 sampai 3 bulan setelah penanaman. Masa pertumbuhan adalah masa pengisian umbi yang merupakan periode kritis bagi ubi kayu untuk menghasilkan umbi secara optimal. Masa pertumbuhan berkisar antara 4 sampai 9 bulan setelah tanam. Masa produksi merupakan masa pematangan umbi dan siap untuk dipanen, masa tersebut berkisar antara 10-12 bulan. Masa pergantian tanaman merupakan masa peremajaan terhadap tanaman ubi kayu dengan stek batang ubi kayu yang baru.

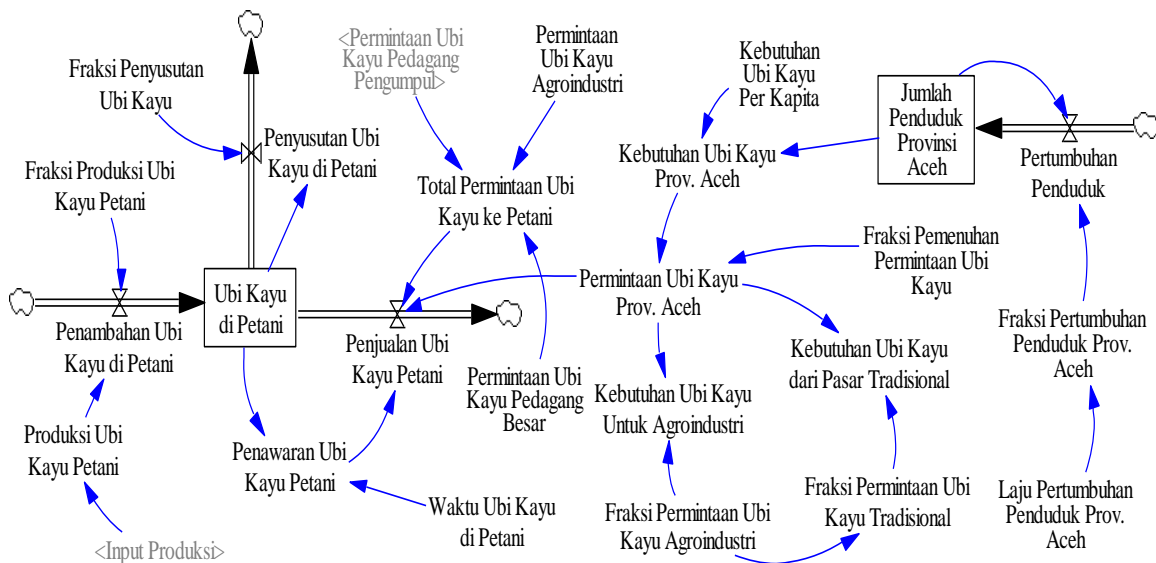
Masa pertumbuhan merupakan periode kritis bagi tanaman ubi kayu. Oleh karena itu, dalam masa ini, diperlukan pemeliharaan tanaman yang optimal. Pemeliharaan tanaman yang dilakukan petani meliputi penyulaman, penyiangan, pembumbunan, serta pemberantasan hama dan penyakit. Penyulaman dilakukan pada tanaman sejak

mulai berumur 1-3 minggu. Penyulaman dilakukan untuk menghindari tanaman tumbuh tidak sempurna karena ternaungi oleh tanaman di sekitarnya. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa kegagalan produksi yang diakibatkan oleh pemeliharaan tanaman yang tidak optimal mencapai 20%, oleh karena itu, dalam sub model ini dimasukkan komponen penyulaman dan fraksi (bagian) tanaman yang tumbuh.

Sub model kebutuhan konsumsi di pasar ubi kayu

Sub model kebutuhan konsumsi ini sangat dipengaruhi oleh perilaku masyarakat dalam mengkonsumsi ubi kayu, baik dalam bentuk segar maupun dalam bentuk olahannya, seperti keripik ubi (*chips*), tapai, gaplek, tepung tapioka, dan lain-lain. Dalam hal ini, perilaku masyarakat yang berada di pedesaan dan perkotaan di Kabupaten Aceh Besar diasumsikan sama dengan perilaku masyarakat di tingkat Provinsi Aceh. Berdasarkan Gambar 6, diperkirakan bahwa permintaan ubi kayu akan semakin tinggi seiring dengan meningkatnya pertumbuhan jumlah penduduk di Aceh. Kebutuhan ubi kayu yang semakin tinggi untuk memenuhi permintaan agroindustri dan juga untuk memenuhi konsumsi masyarakat akan mengakibatkan permintaan ubi kayu ini terus meningkat.

Sub model pada Gambar 6 memperlihatkan adanya interaksi antara penawaran dan permintaan ubi kayu, yang menghasilkan kesepakatan untuk melakukan transaksi penjualan. Dinamika penjualan dan harga ubi kayu di tingkat petani menjadi penerimaan yang akan menambah kas petani. Jumlah persediaan ubi kayu di tingkat petani digambarkan sebagai *stock* (level) yang merupakan selisih dari penambahan ubi kayu dan produksi yang dihasilkan melalui budidaya dengan penjualan dan penyusutannya. Penambahan, penjualan, dan penyusutan ubi kayu di petani, digambarkan sebagai *flow* (aliran), yang akan mempengaruhi dinamika ketersediaan ubi kayu di petani.



Gambar 6. Diagram sub model kebutuhan konsumsi di pasar ubi kayu

Penambahan pasokan ubi kayu dipengaruhi oleh tingkat produksi ubi kayu dan fraksi (bagian) produksi ubi kayu di petani. Tingkat produksi ubi kayu merupakan jumlah ubi kayu yang dihasilkan dari aktivitas budidaya yang dilakukan, sedangkan fraksi (bagian) produksi ubi kayu merupakan parameter yang mengindikasikan proporsi dari hasil produksi petani yang dijual dan memenuhi kriteria pasar. Informasi yang diperoleh menunjukkan bahwa tidak semua umbi ubi kayu yang dihasilkan petani diterima oleh pedagang, umbi ubi kayu yang terlalu kecil tidak diperhitungkan dalam transaksi penjualan. Nilai parameter fraksi ini mencapai 90%, artinya dari total hasil produksi ubi kayu petani yang masuk dalam transaksi penjualan hanya 90% dan sisanya 10% tidak masuk dalam transaksi penjualan.

Sub model ini juga mengakomodasi fraksi penyusutan ubi kayu, parameter ini menunjukkan adanya penyusutan atau kehilangan kualitas serta volume ubi kayu selama proses distribusi berlangsung sampai di pasar ubi kayu. Nilai dari parameter ini adalah sejumlah 10% dari total produksi ubi kayu yang dihasilkan dan didistribusikan ke pasar ubi kayu.

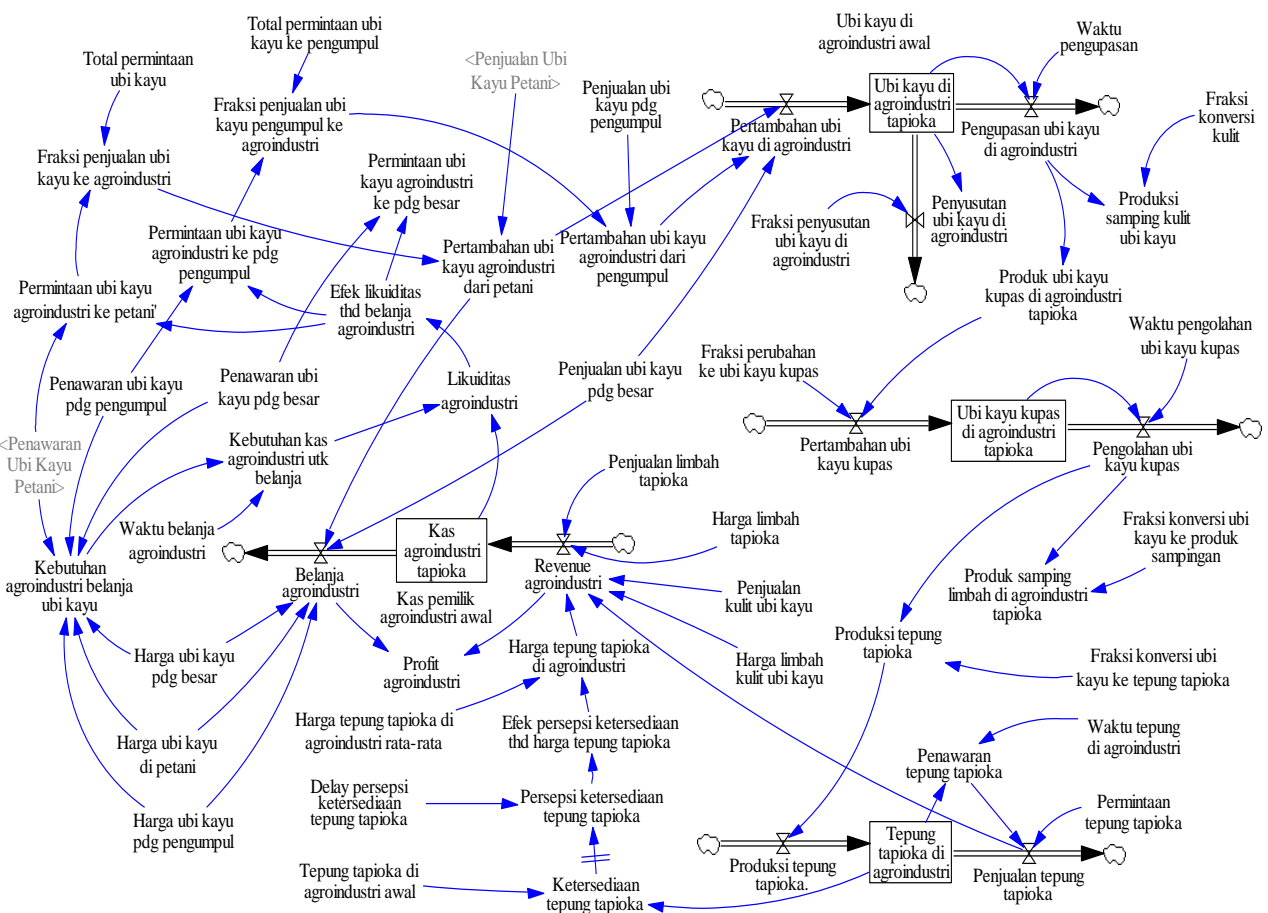
Sub model manajemen kapasitas pasokan agroindustri

Sub model ini menggambarkan persediaan ubi kayu di tingkat agroindustri, proses produksi, penjualan produk utama dan limbah produksi, serta kas agroindustri (Gambar 7). Pada penelitian ini diketahui bahwa kebutuhan agroindustri untuk menambah persediaan ubi kayu guna menunjang proses produksi, dipasok melalui penjualan dari petani, pedagang pengumpul, dan pedagang besar. Adapun proses produksi agroindustri dilakukan secara manual dan

semi mekanis yang meliputi proses pengupasan, pamarutan, ekstraksi, pengendapan, penjemuran, penggilingan, tepung tapioka dan pengemasan.

Ketersediaan bahan baku ubi kayu untuk agroindustri berasal dari penawaran oleh pedagang besar, pedagang pengumpul, dan petani secara langsung. Penawaran ubi kayu tersebut direspon menjadi permintaan agroindustri yang dibatasi oleh likuiditas kas pengolah/agroindustri. Fraksi penjualan ubi kayu merupakan rasio permintaan ubi kayu terhadap permintaan totalnya. Pada sub model ini, terdapat dua fraksi penjualan ubi kayu, yaitu fraksi penjualan ubi kayu yang berasal dari pedagang pengumpul dan fraksi penjualan yang berasal dari petani secara langsung (Ariadi, 2016). Pengakomodasian fraksi penjualan ini bertujuan untuk menentukan pertambahan ubi kayu yang berasal dari kedua sumber tersebut. Selain itu, pertumbuhan ubi kayu agroindustri juga berasal dari hasil penjualan yang dilakukan oleh pedagang besar. Selain pertumbuhan ubi kayu, faktor lainnya seperti proses produksi agroindustri tepung tapioka dan penyusutan ubi kayu, juga menentukan dinamika pasokan ubi kayu di tingkat agroindustri. Nilai penyusutan ubi kayu di agroindustri ditentukan oleh fraksi penyusutan, dalam studi ini ditentukan nilai fraksi penyusutan 0,1.

Proses produksi tepung tapioka dan penyusutan ubi kayu juga menentukan dinamika ketersediaan ubi kayu di tingkat agroindustri. Dinamika ketersediaan tepung tapioka pada tingkat tersebut dipengaruhi oleh berjalannya produksi tepung tapioka dan penjualannya yang dibatasi oleh fraksi waktu. Disisi lain, penjualan tepung tapioka agroindustri dipengaruhi oleh penawaran dan permintaan tepung tapioka. Penawaran tapioka merupakan jumlah tepung tapioka yang ada di agroindustri dan waktu yang tersedia. Konsumen terbesar tepung tapioka adalah industri makanan lokal dan pedagang luar daerah. Selanjutnya, kas agroindustri dipengaruhi oleh nilai penerimaan dan pengeluaran. Penerimaan agroindustri diperoleh melalui nilai penjualan dari produk utama berupa tepung tapioka dan produk sampingannya (kulit ubi kayu dan onggok). Konversi limbah kulit ubi kayu/singkong menjadi produk yang lebih bernilai seperti glukosa lebih efisien dalam manajemen limbah (Elechi dkk., 2016). Sementara itu, pengeluaran agroindustri adalah nilai pembelanjaan untuk membeli bahan baku ubi kayu.



Gambar 7. Diagram sub model manajemen kapasitas pasokan agroindustri

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan 4 (empat) buah sub model, yaitu sub model kapasitas penyediaan ubi kayu, sub model produksi ubi kayu, sub model kebutuhan konsumsi di pasar ubi kayu, dan sub model manajemen kapasitas pasokan agroindustri. Model yang dirancang memperlihatkan bahwa produktivitas ubi kayu, biaya pemupukan, dan

penyerapan pasar ubi kayu, merupakan variabel yang berpengaruh sangat kuat dan menjadi *leverage points* yang harus diintervensi untuk memperoleh perbaikan. Kondisi ini mempengaruhi intensitas petani dalam pengelolaan usaha taninya dan berakibat pada kinerja; produksi, persediaan, penjualan ubi kayu, biaya pemeliharaan (penggunaan pupuk), likuiditas modal kas petani, produktivitas ubi kayu, dan keterkaitan usahatani dengan usaha lainnya (usaha ternak dan agroindustri), yang pada akhirnya berimplikasi pada nilai tambah, profitabilitas, dan keuntungan petani.

Model dinamika sistem ketersediaan ubi kayu ini merupakan model inovasi manajemen dan kelembagaan, yang diharapkan dapat membantu pemerintah daerah dalam penentuan kebijakan penyediaan stok ubi kayu bagi kepentingan konsumsi dan agroindustri secara berkelanjutan di masa mendatang. Pembinaan dalam hal penguasaan teknologi budidaya ubi kayu, manajemen pemasaran, kewirausahaan, serta akses terhadap informasi pasar, perlu diberikan kepada petani, sebagai bagian dari rangkaian proses peningkatan kompetensi petani dan kesejahteraan bagi pelaku usaha agribisnis ubi kayu khususnya di Kabupaten Aceh Besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adesiyon, O. F., Adesiyon, A. T., Bamire, A. S., Coulibaly, O., & Asiedu, R. (2018). Competitiveness of the food crop production system in nigeria: a policy analysis matrix approach. *Journal of Competitiveness Studies*, 26(3-4), 162-183.
- Amilia, W., & Choiron, M. (2017). Studi kelayakan usaha dan daya saing pada industri tepung tapioka di Kecamatan Pogalan Kabupaten Trenggalek. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian (J-SEP)*, 10(2), 51-57. <https://doi.org/10.19184/JSEP.V10I2.5654>
- Anggraini, N., Harianto, H., & Anggraeni, L. (2016). Efisiensi teknis, alokatif dan ekonomi pada usahatani ubi kayu di Kabupaten Lampung Tengah Provinsi Lampung. *Jurnal Agribisnis Indonesia (Journal of Indonesian Agribusiness)*, 4(1), 43-56. <https://doi.org/10.29244/JAI.2016.4.1.43-56>
- Ariadi, B. Y. (2016). *Model usahatani terpadu (integrated farming) untuk pengembangan agribisnis ubi kayu Di Kabupaten Trenggalek Jawa Timur* [Tugas Akhir]. Universitas Padjadjaran.
- Asnawi, R., Asnawi, R., & Mejaya, M. J. (2016). Analisis keunggulan kompetitif ubi kayu terhadap jagung dan kedelai di Kabupaten Lampung Tengah. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 35(3), 209-215. <https://doi.org/10.21082/jpntp.v35n3.2016.p209-215>
- Asriani, P. S. (2014). Analisis daya saing ekspor ubi kayu Indonesia. *Agroland: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 18(1), 65-70.
- Badan Pusat Statistik [BPS]. (2019). *Kabupaten Aceh besar dalam angka*. BPS-Kabupaten Aceh Besar.
- Dayanandan, & Ataro, T. Y. (2018). Determinants of cassava production and its marketing channel efficiency - an assessment. *Journal of Management and Science*, 8(2), 1-10.
- Elechi, O. O., Tagbo, N. J., Mary, O. C., & Emmanuel, A. O. (2016). Acid hydrolysis of cassava peel. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 5(01), 1-10.
- Fadlli, A., & Bowo, P. A. (2018). Efisiensi faktor - faktor produksi usaha tani ubi kayu di Kabupaten Pati. *Efficient: Indonesian Journal of Development Economics*, 1(3), 191-199. <https://doi.org/10.15294/EFFICIENT.V1I3.27879>
- Fadwiwati, A. Y. (2013). *Pengaruh penggunaan varietas unggul terhadap efisiensi, pendapatan dan distribusi pendapatan petani jagung di Provinsi Gorontalo* [tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Darma, D., Faisal, A., & Dahlia, A. S. (2020). Rancang bangun dan uji kinerja mesin pamarut singkong tipe silinder untuk produksi tepung tapioka. *Rekayasa*, 13(3), 254-262.
- Hafsah, M. (2013). *Bisnis ubikayu Indonesia*. Pustaka Sinar Harapan Jakarta.
- Hakim, L. (2016). *Model pengembangan klaster agribisnis kentang di Provinsi Aceh* [Tesis]. Universitas Padjadjaran.
- Kementerian Pertanian RI. (2012). *Pedoman teknis pengelolaan produksi ubi kayu*. Direktorat Budidaya Aneka Kacang dan Umbi. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Kementerian Pertanian.
- Manihuruk, E. M., Harianto, H., & Kusnadi, N. (2018). Analisis faktor yang mempengaruhi petani memilih pola tanam ubi kayu serta efisiensi teknis di Kabupaten Lampung Tengah. *Jurnal AGRISEP: Kajian Masalah Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 17(2), 139-150. <https://doi.org/10.31186/JAGRISEP.17.2.139-150>
- Moleong, L. J. (2012). *Metodologi penelitian kualitatif*. PT. Remaja Rosda Karya. Bandung.
- Olurotimi, P.O., Bamire, A. S., Ogunleye, A. S. (2018). Effects of social capital on technical efficiency of cassava production in Oyo State Nigeria. *African Journal of Rural Development*, 3(1), 695-704.
- Pramesti, F., Pramesti, F. S., Rahayu, E. S., & Agustono, A. (2018). Analisis daya saing ubi kayu indonesia di pasar internasional. *SEPA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 14(1), 1-7. <https://doi.org/10.20961/sepa.v14i1.21034>
- Prihatiman, K. (2017). *Ketela pohon/singkong (Manihot utilisima pohl)*. Teknologi Tepat Guna Budidaya Pertanian. Sistem Informasi Manajemen Pembangunan di Perdesaan, Proyek PEMD. In *BAPPENAS*. Jakarta. P 1-14.
- Rachmat, M., & Nuryanti, S. (2014). Daya saing produk olahan pertanian, In *Memperkuat daya saing produk pertanian* (pp. 401-425).
- Sinaga, Y. J. (2021). *Daya saing dan efisiensi teknis ubi kayu Indonesia*. IPB University. Bogor.

- Sterman, J.D. (2000). *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*. Irwin/McGraw-Hill: Boston.
- Taslim, L., & Rifin, A. (2019). The impact of tapioca import on cassava prices in the development of tapioca industry in Indonesia. *Jurnal Manajemen & Agribisnis*, 16(3), 133-141.
- Tasrif, M. (2012). *Kursus analisis kebijakan menggunakan model system dynamics*. Development Studies Foundation. ITB. Bandung.
- Ukwuru, M. U., & Egbonu, S. E. (2013). Recent development in cassava-based products research. *Academia Journal of Food Research*, 1(1), 001-013.