

***DYNAMIC SYSTEM OF AVAILABILITY OF COCONUT PLANTS (COCOS NUCIFERA) PRODUCED NIRA AS RAW MATERIAL FOR ARAK IN KARANGASEM REGENCY***

**SISTEM DINAMIK KETERSEDIAAN TANAMAN KELAPA (Cocos nucifera) PENGHASIL NIRA SEBAGAI BAHAN BAKU ARAK DI KABUPATEN KARANGASEM**

**Yakobus Jonathan Kristiyanta, Cokorda Anom Bayu\*, Dewa Ayu Anom Yuarini**  
Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Indonesia

Diterima 18 Agustus 2023 / Disetujui 18 September 2023

**ABSTRACT**

*Sap/Neera is a clear liquid that comes from coconut buds that haven't bloomed yet. Karangasem Regency is one of the regencies in the Bali Province. Farmers in Karangasem Regency use coconut plants to produce nira for making Balinese Arak. The purpose of this research was to determine the variables that affect the availability of nira-producing coconut trees which are used as raws for making arak and to see the potential availability of arak in Karangasem Regency. This study used a system approach method, namely system dynamic simulation. The research consists of several stages namely: identifying problems, constructing conceptual models, composing input-output diagrams, model formulation by developing Causal Loop Diagrams (CLD) and transforming CLD into Stock Flow Diagrams (SFD), model validation and verification, model simulation, and create some scenarios. The simulation year used is 2011-2030. The results showed that 48 variables affected the availability of coconut trees. Based on the model simulation with current conditions, it is known that the potential for trees that produce nira is 452,432, but only 83,374 are managed by farmers. The amount of arak produced is 6,074,997 liters of the potential 28,952,141 liters that should have been produced. Model simulation with scenario-2 (optimistic) shows that in 2030 farmers will be able to manage 248.306 trees from a potential of 440,688 so that 17,510,331 liters of arak will be produced from a potential of 28,871,512 liters. This research potentially provides an overview for developing sustainable management of Balinese Arak, especially in Karangasem Regency.*

**Keywords :** Coconut Tree, Sap, Arack, System Dynamic

**ABSTRAK**

Nira adalah cairan hasil dari sadapan tunas bunga kelapa yang belum terbuka. Kabupaten Karangasem adalah salah satu kabupaten yang ada di Provinsi Bali. Petani di Kabupaten Karangasem memanfaatkan tanaman kelapa untuk menghasilkan nira sebagai bahan baku pembuatan Arak Bali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variabel yang mempengaruhi ketersediaan tanaman kelapa penghasil nira yang digunakan sebagai bahan baku arak serta untuk melihat potensi ketersediaan arak di Kabupaten Karangasem. Penelitian ini menggunakan metode pendekatan sistem yaitu simulasi sistem dinamik. Tahapan penelitian dimulai dengan identifikasi permasalahan, membangun model konseptual, menyusun diagram input-output, formulasi model dengan menyusun Causal Loop Diagram (CLD) dan mentransformasi CLD menjadi Stock Flow Diagram (SFD), validasi dan verifikasi model, simulasi model, dan menyusun beberapa skenario model. Tahun simulasi model yang digunakan adalah mulai tahun 2011-2030. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 48 variabel yang mempengaruhi ketersediaan tanaman kelapa. Berdasarkan simulasi model dengan kondisi saat

---

\* Korespondensi Penulis :  
Email: cokorda\_bayu@unud.ac.id

ini diketahui bahwa potensi tanaman yang menghasilkan nira adalah sebanyak 452.432 pohon, namun hanya sebanyak 83.374 pohon baru dikelola oleh petani. Arak yang dihasilkan adalah sebanyak 6.074.997 liter dari potensi 28.952.141 liter yang seharusnya bisa dihasilkan. Simulasi model dengan skenario-2 (optimis) menunjukkan bahwa pada tahun 2030 petani mampu mengelola 248.306 pohon dari potensi tanaman sejumlah 440.688 sehingga dihasilkan arak sebanyak 17.510.331 liter dari potensi 28.871.512 liter. Informasi pada penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran terkait pengelolaan Arak Bali yang berkelanjutan, khususnya di Kabupaten Karangasem.

**Kata kunci :** Tanaman Kelapa, Nira, Arak, Sistem Dinamik

## PENDAHULUAN

Tanaman kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan salah satu tanaman yang sangat penting bagi masyarakat Indonesia, karena semua bagian dari kelapa ini dapat dimanfaatkan sebagai pemenuhan kebutuhan masyarakat. Berdasarkan data Direktorat Jenderal Perkebunan (2021), total luas areal kebun tanaman kelapa yang ada di Indonesia sebesar 3.374.600 hektar. Salah satu daerah yang masyarakatnya memanfaatkan kelapa sebagai penunjang kehidupan untuk pangan, non pangan bahkan spiritual adalah Provinsi Bali.

Masyarakat di Kabupaten Karangasem Provinsi Bali memanfaatkan tanaman kelapa untuk kebutuhan buah, juga memanfaatkan nira kelapa yang diambil dari tandan tanaman kelapa sebagai bahan baku tuak dalam pembuatan Arak Bali. Arak Bali adalah minuman tradisional beralkohol yang cukup familiar dari berbagai desa adat di Bali terutama di daerah Kabupaten Karangasem (BPOM, 2020). Salah satu desa yang menjadi pusat produksi arak di Kabupaten Karangasem dan menjadi objek proyek pengembangan Arak Bali adalah Desa Tri Eka Buana (Pranatayana dan Pratiwi, 2021). hampir 80% warga Desa Tri Eka Buana menjadi pengrajin arak (Galuh dan Gangga, 2021).

Berdasarkan data statistik, pada periode 2019 hingga 2020 pertumbuhan luas area tanam pohon kelapa sebesar 680 hektar. Kemudian pada tahun 2021 luas lahan yang ada berkurang hingga 1.479 hektar (BPS Karangasem, 2021). Salah satu faktor yang diduga menjadi penyebab turunnya luas area lahan untuk tanaman kelapa di daerah Kabupaten Karangasem adalah peningkatan jumlah penduduk, terlebih pada masa itu juga terjadi pandemi Covid-19 dimana masyarakat yang merantau kembali pulang ke kampung halamannya yaitu Kabupaten Karangasem dan mulai memproduksi Arak Bali secara masif dari fermentasi dan distilasi tuak dari nira kelapa yang otentik menjadi kebiasaan masyarakat di daerah ini karena diklaim ampuh menyembuhkan gejala Covid-19.

Asumsi bahwa kebutuhan tanaman kelapa khususnya yang menghasilkan nira mempengaruhi masyarakat Kabupaten Karangasem dalam memproduksi Arak Bali. Tren positif yang belakangan dimiliki oleh Arak Bali diperkuat dengan Peraturan Gubernur Nomor 1 Tahun 2020 tentang Tata Kelola Minuman Fermentasi dan/atau Destilasi Khas Bali menjadi sebuah topik yang menarik untuk diteliti. Permasalahan yang kompleks dimulai dari ketersediaan lahan, luas tanam, peruntukkan tanaman kelapa, kebutuhan nira, kebutuhan buah, hingga kesinambungan dari Arak Bali yang sifatnya berubah-ubah membutuhkan sebuah pendekatan yang komprehensif. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah pendekatan sistem dinamik. Sistem dinamik merupakan metode yang dipakai dalam mendeskripsikan, memodelkan, dan menyimulasikan suatu sistem dari ketersediaan lahan tanaman kelapa di Kabupaten Karangasem terhadap waktu ke waktu yang terus berubah.

## METODE PENELITIAN

### **Bahan data dan Alat**

Bahan yang digunakan adalah berupa informasi yang diperoleh dari hasil wawancara langsung dengan kepala instansi terkait serta turut terjun ke lapangan dengan petani arak. Data sekunder juga

dikumpulkan dengan membaca literatur yang berhubungan, BPS dan lain-lain meliputi informasi mengenai tanaman kelapa, arak dan demografi di Kabupaten Karangasem sebagai objek penelitian pemodelan sistem dinamik. Alat penelitian yang digunakan adalah berupa software simulasi pemodelan yaitu Powersim Studio 10 dalam membantu menyelesaikan persoalan dinamika ketersediaan tanaman kelapa sebagai bahan baku arak di Kabupaten Karangasem.

### **Pelaksanaan Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2023 hingga Juli 2023 dan dilaksanakan di Kabupaten Karangasem dengan objek penelitian adalah tanaman kelapa. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja (Purposive) dengan mempertimbangkan daerah Karangasem sebagai penghasil minuman tradisional arak terbesar yang berbahan baku dari nira kelapa. Penelitian juga didasarkan karena metode sistem dinamik dianggap sebagai salah satu yang tepat untuk menjelaskan permasalahan yang dihadapi dari ketersediaan lahan tanaman kelapa khususnya yang menghasilkan nira. Berdasarkan hal tersebut, sesuai dengan judul dan tujuan dari penelitian terhadap pentingnya mengetahui potensi-potensi yang dapat mendukung kelestarian budaya Bali melalui minuman tradisional beralkohol yaitu Arak Bali menurut Peraturan Gubernur Nomor 1 Tahun 2020.

Sesuai dengan metodologi pengembangan model sistem dinamik pada kegiatan penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu: identifikasi masalah dan tujuan, konseptualisasi model, formulasi model, verifikasi dan validasi model, simulasi sistem dengan berbagai skenario kebijakan serta penyusunan alternatif skenario kebijakan. Penelitian ini berfokus terhadap penyelesaian masalah mengenai kelapa yang ada di Kabupaten Karangasem sebagai daerah penghasil arak terbesar di Provinsi Bali dimana dengan memerhatikan undang-undang yang berlaku dan hubungannya dengan pertumbuhan ekonomi yang ada di daerah tersebut.

### **Analisis Data**

Verifikasi merupakan proses untuk memastikan korelasi antara data existing dengan data simulasi model. Verifikasi dilakukan dengan memeriksa formulasi matematis dan satuan (unit) variabel model. Verifikasi model dilakukan untuk memastikan apakah model yang dibuat sudah sesuai persepsi atau tidak. Tahapan verifikasi model dilakukan dengan melakukan checkmodel dan checkunit pada software Powersim Studio 10. Checkmodel dilakukan untuk memastikan apakah semua variabel dalam model sudah saling berkaitan dan checkunit dilakukan dengan mengecek unit atau satuan variabel yang terdapat dalam model. Model dapat dikatakan terverifikasi dengan baik apabila checkmodel dan checkunit yang dilakukan secara running otomatis oleh software Powersim Studio 10 tidak menghasilkan error.

Validasi berkaitan dengan penentuan seberapa dekat model simulasi mewakili sistem aktual (Law & Kelton, 1991). Validasi model merupakan tahapan untuk melihat apakah model yang telah dirancang mampu menggambarkan sistem nyata dan benar. Validasi model dilakukan dengan membandingkan output model (hasil simulasi) dengan data existing yang diperoleh dari sistem nyata (quantitative behaviour pattern comparison). Metode yang digunakan untuk melakukan validasi model adalah Root Mean Square Error (RMSE). Metode RMSE dapat dilihat pada persamaan 1. Apabila error semakin kecil, maka tingkat validitas semakin tinggi.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \left[ \sum_{n=1}^n \left( \frac{St-At}{At} \right)^2 \right]}$$

Keterangan :

RMSE : Root Mean Square Error

St : Nilai Simulasi pada waktu t  
 At : Nilai aktual pada waktu t  
 n : periode/banyaknya data

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran demografi dan tanaman kelapa di Kabupaten Karangasem

Tabel 1. Jumlah penduduk kabupaten karangasem 2011-2022

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
2011	400.000
2012	402.200
2013	404.300
2014	406.600
2015	408.700
2016	410.800
2017	412.800
2018	414.800
2019	416.250
2020	494.402
2021	500.900
2022	511.900

Tabel 1. merupakan data aktual yang berasal dari sumber BPS Kabupaten Karangasem tahun 2023, dimana setiap tahunnya terjadi peningkatan jumlah penduduk di Kabupaten Karangasem. Pertumbuhan penduduk yang meningkat akan mempengaruhi jumlah petani arak yang ada di Kabupaten Karangasem. Petani arak di Kabupaten Karangasem mula-mula memanen nira kelapa dari pohon kelapa mereka sendiri kemudian diproses menjadi tuak sebagai bahan baku dari arak, sebagai gambaran luas area tanaman kelapa di Kabupaten Karangasem dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Luas area tanam kelapa kabupaten karangasem 2011-2021

Tahun	Luas Kelapa Karangasem (ha)
2011	17.360
2012	17.308
2013	17.991
2014	17.308
2015	17.985
2016	18.102
2017	18.292
2018	18.294
2019	18.559
2020	19.239
2021	17.760
2022	18.537

Pada tahun 2020 saat pandemi Covid-19 melanda luas area tanam untuk tanaman kelapa berkurang karena pada masa tersebut masyarakat yang merantau kembali pulang ke kampung halamannya yaitu Kabupaten Karangasem hal ini dapat dibuktikan dari Tabel 4 terkait data jumlah penduduk Kabupaten Karangasem yang melonjak di periode yang sama sehingga diasumsikan menggusur tanaman-tanaman kelapa menjadi rumah tinggal. Pada penelitian lain juga disebutkan mobilitas perkotaan yang menurun pada saat pandemi juga mempengaruhi masyarakat untuk kembali ke kampung halamannya

(Ghiffari, 2020). Namun belum diketahui secara pasti apakah pasca pandemi penduduk Kabupaten Karangasem kembali pergi merantau karena berdasarkan Tabel 4, jumlah penduduk disana tetap bertambah meskipun lonjakannya tidak terlalu ekstrem.

Permasalahan yang lain juga hadir ketika diketahui bahwa data luas area tanaman tersebut merupakan data luas area tanaman kelapa secara keseluruhan yaitu kelapa peruntukkan produksi buah dan non buah (nira). Maka dari itu penelitian ini dihasilkan dari asumsi-asumsi yang didasari oleh pernyataan-pernyataan ilmiah dan hasil survei informasi. Berdasarkan hasil produksi kelapa yang ada di Kabupaten Karangasem diketahui bahwa rata-rata produktivitas panen buah kelapa dari tahun 2011 hingga 2022 sebanyak 78% (BPS Karangasem, 2022) dan diasumsikan sisanya dimanfaatkan sebagai peruntukkan non buah dalam hal ini nira walaupun tidak semuanya.

### **Pengelolaan Nira Kelapa menjadi Arak**

Nira kelapa yang dikumpulkan oleh petani arak, selanjutnya difermentasi menjadi tuak. Tuak merupakan bahan baku dari arak setelah melalui proses destilasi (Sukadana, 2017). Berdasarkan hasil wawancara dengan petani arak di Kabupaten Karangasem, Kecamatan Sidemen di Desa Tri Eka Buana rata-rata butuh waktu 3-4 hari untuk mengolah 60 liter nira hingga menjadi 10 liter arak. Dipilihnya Desa Tri Eka Buana ini karena desa ini merupakan pusat terbesar dalam memproduksi arak dari nira kelapa. Pada kecamatan yang sama yakni di Desa Telaga Tawang rata-rata petani arak butuh waktu 5 hari untuk mengumpulkan 90 liter nira yang akan menghasilkan arak sebanyak 20 liter (Wawancara, 2023). Melalui hasil wawancara ini pula dinilai valid dengan penelitian sebelumnya bahwa nira kelapa 60 liter dapat dikonversi menjadi 10 liter arak di Desa Tri Eka Buana (Sudharma, 2021).

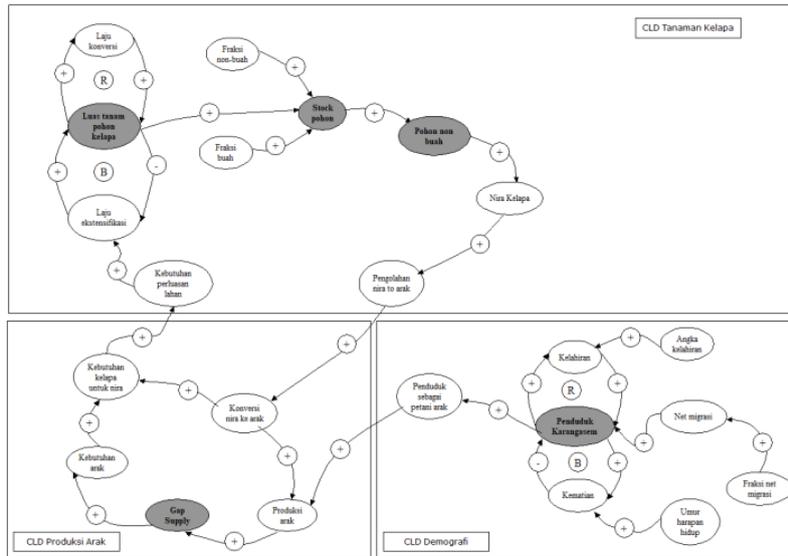
Kedua tempat ini dipilih sebagai patokan penelitian yang dapat mewakili gambaran produksi arak di Kecamatan Sidemen hingga Kabupaten Karangasem karena jarak kedua desa sangat berdekatan dan dianggap memiliki kemiripan dalam memproduksi arak dari nira kelapa. Kemudian berdasarkan kegiatan pemasarannya, arak yang sudah jadi biasanya langsung dijual ke konsumen atau beberapa dari petani akan menjualnya ke pengepul arak terdahulu kemudian disalurkan ke pabrik-pabrik yang lebih besar.

### **Model Sistem Dinamik Ketersediaan Tanaman Kelapa (*Cocos nucifera*) Penghasil Nira di Kabupaten Karangasem**

Dalam membuat struktur model ketersediaan tanaman kelapa penghasil nira di Kabupaten Karangasem berdasarkan sistem dinamik terbagi menjadi 3 sub model, yaitu (1) sub model demografi, (2) sub model tanaman kelapa dan (3) sub model pengolahan arak. Model sistem dinamik ketersediaan tanaman kelapa penghasil nira di Kabupaten Karangasem dipengaruhi oleh 6 kelompok variabel antara lain: 1) output yang diinginkan, 2) input terkontrol, 3) input tidak terkontrol, 4) input lingkungan, 5) output yang tidak diinginkan dan 6) evaluasi manajemen.

### ***Causal Loop Diagram***

*Causal Loop* pada model penelitian ini memiliki beberapa *loop* positif dan *loop* negatif yang menggambarkan hubungan variabel tersebut berbanding lurus atau terbalik sehingga apabila terdapat penambahan nilai pada variabel tersebut, akan menyebabkan akumulasi baik menambah atau mengurangi variabel yang dipengaruhi. Analisa *causal loop* pada penelitian ini menunjukkan ada 5 *loop* yang terdiri dari 3 *loop* positif dan 2 *loop* negatif.



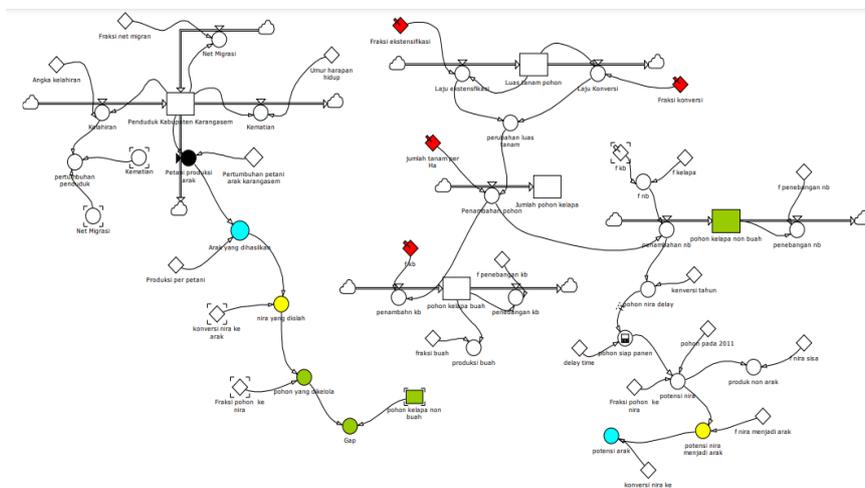
Gambar 1. Causal loop diagram model dinamik ketersediaan tanaman kelapa penghasil nira sebagai bahan baku arak di kabupaten karangasem

**Stock Flow Diagram**

Berdasarkan *causal loop diagram* ditentukan beberapa sub model yang mendukung penelitian ini untuk dilanjutkan kedalam model *stock flow diagram* untuk dianalisa atau menginput nilai-nilai persamaan matematika. Sub model tersebut yaitu, (1) sub model demografi, (2) sub model tanaman kelapa dan (3) sub model pengolahan arak.

**Formulasi Model**

Tahap formulasi model merupakan tahap dalam memasukkan persamaan-persamaan matematis didalam *Stock Flow Diagram* yang telah disusun berdasarkan variabel-variabel saat membuat *causal loop diagram*. *Software* yang digunakan dalam menyimulasikan *Stock Flow Diagram* untuk sistem dinamik ketersediaan tanaman kelapa penghasil nira sebagai bahan baku arak di Kabupaten Karangasem ini adalah Powersim Studio 10.



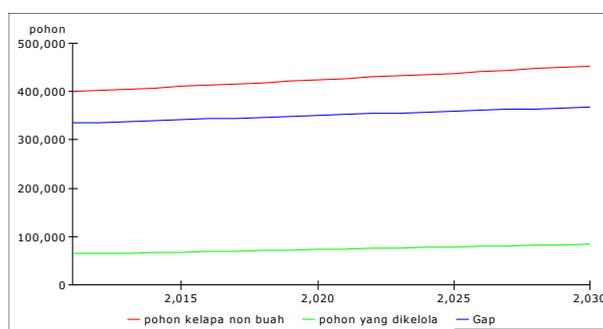
Gambar 2. Stock flow diagram sistem dinamik ketersediaan tanaman kelapa penghasil nira sebagai bahan baku arak di kabupaten karangasem

### Verifikasi dan Validasi

Hasil verifikasi pada setiap model simulasi menggunakan *software* Powersim Studio 10 menunjukkan bahwa model yang dikembangkan telah terverifikasi. Setelah semua model terverifikasi oleh *software* dalam penelitian ini dilakukan validasi model untuk membandingkan data hasil simulasi dengan data *existing real* menggunakan indikator *Root Mean Square Error* (RMSE) dimana model dikatakan valid bila  $RMSE < 10,00$  persen. Hasil uji validasi menunjukkan bahwa nilai RMSE variabel-variabel yang terdapat pada model memiliki  $RMSE < 10,00$  persen, yaitu variabel jumlah penduduk Kabupaten Karangasem sebesar 5 persen dan variabel luas tanaman kelapa sebesar 1 persen.

### Skenario-0 (Kondisi Existing)

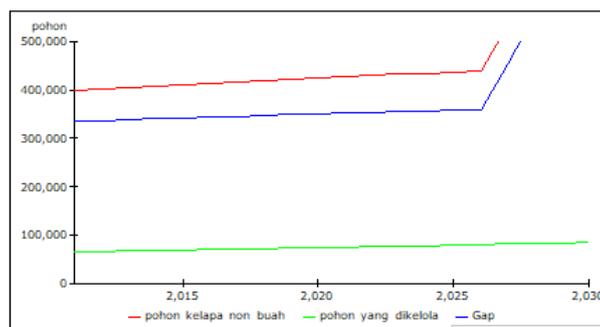
Pada skenario tersebut dapat terlihat jumlah penduduk Kabupaten Karangasem pada tahun 2011 sebanyak 400.000 jiwa meningkat menjadi 520.833 jiwa pada 2030, dengan bertambahnya jumlah penduduk di tahun tersebut akan meningkatkan arak yang dihasilkan yang awalnya 4.665.600 liter menjadi 6.074.997 liter. Dari hasil simulasi tersebut ternyata petani arak hanya mengolah 36.449.982 liter nira dari 84.374 pohon yang dikelola, sehingga terdapat gap 368.063 pohon yang tidak termanfaatkan dari 452.438 pohon non buah sebagai potensi penghasil nira untuk bahan baku arak.



Gambar 3. Hasil simulasi skenario-0 (kondisi existing)

### Skenario-1 (ekstensifikasi dan jumlah tanam meningkat, sedangkan konversi dan fraksi kelapa buah menurun)

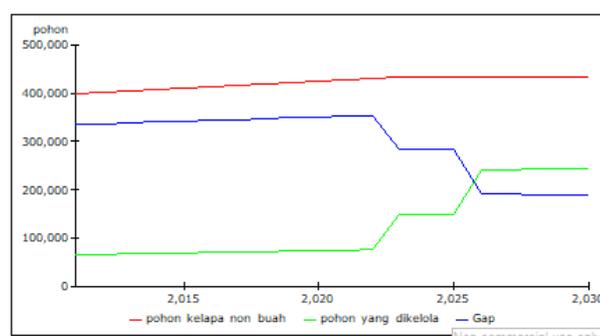
Melalui skenario ini, variabel ekstensifikasi ditingkatkan sebesar 3.95 persen pada tahun 2023 (moderat) dan 4.38 persen pada tahun 2026 (optimis), variabel jumlah tanam ditingkatkan sebesar 200 pohon/hektar pada tahun 2023 (moderat) dan 250 pohon/hektar pada tahun 2026 (optimis). Untuk itu laju konversi dicoba menjadi 3.8 persen pada tahun 2023 (moderat) karena pernah terjadi konversi lahan dengan nilai demikian di tahun sebelumnya dan diturunkan sebesar 0.3 persen di tahun 2026 (optimis). Kemudian untuk mendapatkan potensi nira yang maksimal diasumsikan pohon kelapa buah yang sudah pernah memproduksi dianggap mati dan ditanami pohon baru sebagai peruntukan non buah sehingga pada tahun 2023 kelapa buah diturunkan produktivitasnya sebesar 60 persen (moderat) dan di tahun 2026 50 persen (optimis). Hasil simulasi menunjukkan pada tahun 2030 terjadi gap pohon kelapa non buah dengan pohon yang dikelola oleh petani arak tersebut baik di level moderat 363.552 pohon dan level optimis 763.641 pohon. Skenario ini dianggap percuma karena meskipun berpotensi besar jika tidak ada yang mengelola hasil simulasi arak yang dihasilkan akan sama dengan skenario-0 karena tidak adanya SDM yang memenuhi untuk mengolah potensi tersebut dan tidak dapat dijadikan patokan yang tepat dalam mengambil kebijakan keputusan di masa yang akan datang.



Gambar 4. Grafik hasil simulasi skenario-1 pada tingkat moderat dan optimis

### Skenario-2 (mengoptimalkan jumlah penduduk di Kabupaten Karangasem sebagai petani arak)

Melalui skenario ini diasumsikan fraksi ekstensifikasi pada tahun 2023 dan 2026 berada di level 0 persen (pesimis) dan jumlah tanam per hektar menjadi berkurang di pilihan tahun yang sama akibat dari penambahan jarak tanam sehingga hanya dapat ditanami 50 pohon per hektar (pesimis). Kedua hal tersebut terkait adanya lonjakan penduduk yang mengonversi tanah menjadi lahan pemukiman dimana pernah terjadi konversi sebesar 7.69 persen di tahun sebelumnya sehingga dijadikan faktor kemungkinan terburuk di tahun 2023 dan 2026 dalam kategori pesimis. Kemudian berkaitan dengan hal tersebut banyak masyarakat yang berprofesi sebagai petani arak yang akan meningkat sebesar 2.5 persen tahun 2023 (moderat) dan 3 persen tahun 2026 (optimis). Secara logika berpikir sistem, meskipun jumlah petani arak meningkat tetapi jumlah produksi arak tiap petani tidak optimal yang disebabkan kurangnya dukungan lahan yang tersedia untuk memanen nira dari pohon, oleh sebab itu dari pohon yang ada terdapat kelapa-kelapa buah yang selanjutnya bisa dimanfaatkan sebagai kelapa non buah atau pohon buah tersebut mati dan ditanami kembali dengan pohon yang khusus menghasilkan nira. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini perlu memikirkan kondisi kebijakan yang tepat karena kelapa peruntukan buah juga masih diperlukan masyarakat sebagai konsumsi atau persembahyangan juga, oleh karena itu diasumsikan terdapat pengurangan produktivitas kelapa buah pada nilai 60 persen tahun 2023 (moderat) dan 50 persen tahun 2026 (optimis) sehingga produksi arak oleh petani pada tahun 2023 meningkat 900 liter/petani/tahun (moderat) dan tahun 2026 sebesar 1.200 liter/petani/tahun (optimis).



Gambar 5. Grafik hasil simulasi skenario-2 pada tingkat moderat dan optimis

Hasilnya dapat terlihat bahwa gap pohon yang terjadi antara pohon yang dikelola secara real oleh petani dengan ketersediaan pohon non buah cukup optimal dimana pada kategori moderat gap pohon pada 2030 sebesar 277.020 pohon dan kategori optimis pada 2030 sebesar 188.877 pohon. Hal tersebut secara otomatis akan meningkatkan kuantitas hasil dari arak yang dihasilkan oleh petani arak

dengan potensi arak yang ada di Kabupaten Karangasem. Skenario ini dianggap cocok meskipun terjadi dinamika seperti fraksi ekstensifikasi yang berkurang karena laju konversi yang meningkat, namun dengan adanya kebijakan mengurangi kelapa peruntukkan buah paling tidak 50 persen penggunaan meskipun tidak serta-merta dapat dilaksanakan secara tepat.

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian, untuk variabel yang mempengaruhi dari model sistem dinamik ketersediaan tanaman kelapa (*Cocos nucifera*) penghasil nira sebagai bahan baku arak di Kabupaten Karangasem memiliki 48 variabel yang saling berhubungan diantaranya 5 variabel bertindak sebagai *stock*, 11 variabel *flow rate*, 11 variabel *auxiliary* dan 20 variabel *constant*. Kemudian berdasarkan hasil uji semua skenario, potensi tanaman kelapa penghasil nira terlebih bila diasumsikan untuk menghasilkan arak yang dimiliki Kabupaten Karangasem sangat besar namun pada kondisi nyata sangat sedikit sumber daya manusia yang mampu mengolah dari semua potensi tersebut, sehingga dengan metode pendekatan sistem melalui sistem dinamik perlu dibuatkan skenario-skenario yang bisa terjadi di masa depan berdasarkan kejadian di tahun-tahun sebelumnya. Pada skenario-2 menunjukkan bahwa pada tahun 2030 petani mampu mengelola 248.306 pohon dari potensi tanaman sejumlah 440.688 sehingga dihasilkan arak sebanyak 17.510.331 liter dari potensi 28.871.512 liter. Informasi pada penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran untuk menyusun sebuah pengelolaan Arak Bali yang berkelanjutan, khususnya di Kabupaten Karangasem.

### Saran

Melalui hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa Kabupaten Karangasem memiliki potensi yang sangat besar untuk memproduksi arak karena ketersediaan nira kelapa yang melimpah namun, tetap perlu dilanjutkan penelitian lain mengenai aspek ekonomi dari sistem dinamik ini sehingga lebih membuka pengambil kebijakan keputusan karena potensi yang besar maka akan meningkatkan kesejahteraan para petani arak. Berdasarkan penelitian ini pula diperlukan teknologi yang mampu menggenjot potensi arak yang dihasilkan oleh petani seperti penggunaan pipa stainless yang mampu mempercepat proses penyulingan, dimana apabila proses penyulingan dipercepat maka suplai untuk memanfaatkan semua potensi nira yang ada akan lebih optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Nasional. 2021. <https://www.bps.go.id/indicator/54/131/1/luas-tanaman-perkebunan-menurut-provinsi.html>. Diakses pada 5 November 2022
- Badan Pusat Statistik Nasional. 2021. <https://www.bps.go.id/indicator/54/132/1/produksi-tanaman-perkebunan.html>. Diakses pada 5 November 2022.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. 2021. <https://bali.bps.go.id/indicator/54/348/1/produksi-kelapa-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-bali.html>. Diakses pada 5 November 2022
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2021. Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2019-2021. <https://ditjenbun.pertanian.go.id/template/uploads/2021/04/BUKU-STATISTIK-PERKEBUNAN-2019-2021-OK.pdf>. Diakses pada 5 November 2022
- Forrester, Jay W. and Peter M. Senge. 1980. "Test for Building Confidence in System Dynamics Models", TIMS Studies in the Management Sciences.

- Indayani, N P., I. K. Satriawan., dan C. A. B. Sadyasmara. 2017. Sistem Dinamik Ketersediaan Buah Pisang di Provinsi Bali. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 5(2): 77-87.
- Krisdayanti, N. K. L., I. K. Satriawan, dan I. W. G. S. Yoga., 2017. Sistem Dinamik Ketersediaan Kedelai Dalam Rangka Swasembada Pangan di Provinsi Bali. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 5(3):45-56.
- Perindustrian, M., dan Indonesia, R. 2019. <http://jdih.kemenperin.go.id/site/template3/2547>. Diakses pada 31 Oktober 2022.
- Satriawan, I K. 1993. Prospek Swasembada Pangan di Provinsi Bali dengan Pemodelan Sistem Dinamik. Tesis S2. Tidak dipublikasi. Program Magister Teknik dan Manajemen Industri. Program Pascasarjana. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Sterman, J.D. 2000. *Bussines Dynamics; System Thingking and Modelling for a Complex World*. International Edition. McGraw-Hill.ER, Singapore
- Sterman, J. D. 2002. *System Dynamics: Systems Thinking and Modeling For A Complex World*. Working Paper Series. ESD-WP-2003-01.13-ESD Internal Symposium. Engineering Systems Division. Massachusetts Institute of Technology.
- Sudharma, K. J. A. 2021. Potensi Pembangunan Museum Arak Dalam Menyiapkan Desa Tri Eka Buana Menjadi Desa Wisata. *JMM - Jurnal Masyarakat Merdeka*, 4(2), 19–24. <https://doi.org/10.51213/jmm.v4i2.78>
- Sukadana, I.G.K. 2017. Combustion characteristics of gas fuel basic materials arak Bali. *Journal of Mechanical and Civil Engineering*. 14 (3): 81-85.
- Sutrisna Wijaya, I. M. A., Arya Arthawan, I. G. K., dan Novita Sari, A. 2012. Potensi Nira Kelapa Sebagai Bahan Baku Bioetanol. *Jurnal Bumi Lestari*, 12(1), 85–92.
- Wahyuni, Deria., I. K. Satriawan., dan C. A. B. Sadyasmara. 2022. Model Dinamik Pengelolaan Limbah Minyak Goreng Bekas Di Kota Denpasar. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*.