

DISTRIBUSI KEUNTUNGAN YANG ADIL ANTAR AKTOR RANTAI PASOK AGROINDUSTRI SAGU DI KABUPATEN KEPULAUAN MERANTI, RIAU

FAIR PROFIT DISTRIBUTION BETWEEN SAGO AGROINDUSTRY SUPPLY CHAIN ACTORS IN MERANTI ISLANDS REGENCY RIAU PROVINCE

Yusmiati^{1)*}, Machfud²⁾, Marimin²⁾, Titi Candra Sunarti²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Industri Pertanian, Sekolah Pascasarjana, IPB University
Jl. Raya Dramaga, Kampus IPB Dramaga Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia
Email: yus_yusmiati@apps.ipb.ac.id

²⁾Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Bogor, Indonesia

Makalah: Diterima 27 Februari 2023; Diperbaiki 10 Mei 2023; Disetujui 30 Mei 2023

ABSTRACT

The distribution of benefits among supply chain actors is complex and full of challenges because various factors, including uncertainty, influence it. This study aims to solve the problem of profit distribution to produce a fair profit distribution among supply chain actors by incorporating elements of uncertainty, risk, and value-added. The model of fair profit distribution is made using the cooperative game theory approach with fuzzy Shapley values, which incorporates the elements of uncertainty in profit, risk, and added value. The fair profit distribution between supply chain actors is validated in the sago agro-industry supply chain in the Meranti Islands Regency. The risks of each supply chain actor were obtained using the fuzzy analytical hierarchy process technique, with risk values of 0.52, 0.23, 0.2, and 0.29 for farmers, traders, wet starch agro-industries, and dry starch agro-industries, respectively. While the value-added ratio of each supply chain actor is 12%, 35.92%, 13.9%, and 15.1%, respectively, as obtained by the Hayami method. The model validation results show that the fair profit distribution to farmers is 17.77%, to traders it is 29.69%, to the wet starch agro-industry it is 9.91%, and to the dry starch agro-industry it is 42.63% of the total supply chain profits. This result is more proportional than the current profit distribution, which is respectively 10.03%, 15.29%, 1.7%, and 72.98%. These results are considered fairer and more proportional because they take into account the uncertainty of the benefits, risks, and added value of each actor in the sago agro-industry supply chain.

Keywords: fair profit distribution, fuzzy Shapley value, sago agro-industry, supply chain, uncertainty

ABSTRAK

Setiap rantai pasok memiliki tujuan untuk memaksimalkan keuntungan dari keseluruhan kegiatan rantai pasok. Distribusi keuntungan antar aktor rantai pasok bersifat kompleks dan penuh tantangan karena dipengaruhi oleh berbagai faktor termasuk ketidakpastian. Keuntungan kegiatan rantai pasok lebih banyak dinikmati oleh industri meskipun risiko paling tinggi dihadapi oleh petani. Penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan distribusi keuntungan untuk menghasilkan distribusi keuntungan yang adil antar aktor rantai pasok dengan memasukkan unsur ketidakpastian keuntungan, risiko, dan nilai tambah. Model distribusi keuntungan yang adil dibuat dengan pendekatan *cooperative game theory* dengan *Fuzzy Shapley value* yang memasukkan unsur ketidakpastian keuntungan, risiko, dan nilai tambah. Distribusi keuntungan yang adil antar aktor rantai pasok divalidasi pada rantai pasok agroindustri sagu di Kabupaten Kepulauan Meranti. Risiko tiap aktor rantai pasok didapatkan dengan Teknik *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* dengan nilai risiko pada petani, pedagang, agroindustri sagu basah, dan agroindustri sagu kering secara berurutan adalah 0,52, 0,23, 0,2, dan 0,29. Sedangkan rasio nilai tambah tiap aktor rantai pasok secara berurutan adalah 12%, 35,92%, 13,9%, dan 15,11% yang didapatkan dengan metode Hayami. Hasil validasi model menunjukkan bahwa distribusi keuntungan yang lebih proporsional untuk petani 17,77%, pedagang 29,69%, agroindustri sagu basah 9,91%, dan agroindustri sagu kering 42,63% dari total keuntungan rantai pasok. Hasil tersebut lebih proporsional dibandingkan dengan distribusi keuntungan saat ini bagi petani, pedagang, agroindustri sagu basah, dan agroindustri sagu kering yang secara berurutan sebesar 10,03%, 15,29%, 1,7%, dan 72,98%. Hasil tersebut dianggap lebih adil dan proporsional karena mempertimbangkan ketidakpastian keuntungan, risiko, dan nilai tambah tiap aktor pada rantai pasok agroindustri sagu.

Kata kunci: agroindustri sagu, distribusi keuntungan adil, fuzzy Shapley value, ketidakpastian, rantai pasok

PENDAHULUAN

Tujuan utama dalam manajemen rantai pasok tradisional adalah minimalisasi biaya atau

maksimalisasi keuntungan. Seperti yang disampaikan oleh Chopra dan Meindl (2013) yang menyebutkan tujuan dari setiap rantai pasok adalah memaksimalkan keuntungan dari keseluruhan kegiatan rantai pasok.

Sebelum model distribusi keuntungan yang adil antar aktor rantai pasok agroindustri sagu dapat dirancang, terlebih dahulu harus diketahui permasalahan-permasalahan yang terjadi dalam rantai pasok sagu di Kabupaten Kepulauan Meranti. Salah satu permasalahan yang sering terjadi dalam rantai pasok adalah ketidakadilan dalam pembagian keuntungan antar aktor (Asrol *et al.*, 2020). Meskipun keuntungan dari rantai pasok sagu dapat meningkatkan kinerja keseluruhan, namun pembagian keuntungan yang tidak merata seringkali menimbulkan ketidakpuasan anggota, ketidakstabilan koalisi, hilangnya daya saing, kerugian pasar, kenaikan biaya, dan penurunan pendapatan (Liu dan Papageorgiou, 2018). Distribusi keuntungan yang adil antara aktor-aktor dalam rantai pasok sagu menjadi hal yang sangat penting untuk menjaga stabilitas dan daya saing jaringan rantai pasok.

Isu keadilan dalam distribusi keuntungan telah banyak dibahas dalam berbagai bidang diantaranya teknologi (Xu *et al.*, 2014; Fahimullah *et al.*, 2019), perbankan (Hayat *et al.*, 2020), konstruksi (Teng *et al.*, 2019; Guo dan Wang, 2022), energi (Heo dan Jung, 2020), pertanian (Yoo *et al.*, 2019; Gu dan Yu, 2022), dan rantai pasok (Chen *et al.*, 2003a; Chen *et al.*, 2003b; Liu *et al.*, 2016; Gao *et al.*, 2017; Liu dan Papageorgiou, 2018). Tidak ada kriteria keadilan tunggal yang dapat diterapkan pada semua masalah; sebaliknya, konsep, persepsi, dan interpretasi tentang keadilan berbeda-beda tergantung pada isu dan pihak-pihak yang terlibat. Kriteria keadilan yang paling banyak dilakukan dalam praktik adalah berdasarkan proporsional dan maks-min yang memenuhi serangkaian aksioma yang disepakati secara umum untuk kriteria keadilan yang ideal (Bertsimas *et al.*, 2011). Penelitian ini mengembangkan model distribusi keuntungan yang adil antar aktor rantai pasok berdasarkan kriteria keadilan proporsional.

Keuntungan dalam rantai pasok agroindustri harus didistribusikan secara wajar dan adil untuk memotivasi kerja sama antar aktor rantai pasok dan dapat menghindari konflik internal (Gao *et al.*, 2017). Dengan distribusi keuntungan yang adil, tiap aktor rantai pasok menerima pengembalian yang adil untuk kontribusi dalam aliansi rantai pasok. Distribusi keuntungan yang adil di antara aktor rantai pasok menjadi tantangan karena banyaknya faktor ketidakpastian yang harus dipertimbangkan (Chen *et al.*, 2010). Artikel ini membahas ketidakpastian kontribusi dan kinerja tiap aktor rantai pasok terhadap aliansi rantai pasok agroindustri, yaitu risiko dan nilai tambah. Risiko rantai pasok umumnya dihadapi oleh semua pemangku kepentingan dalam dimensi dan kuantitas yang berbeda-beda, sehingga penciptaan nilai tambah oleh tiap aktor rantai pasok menjadi tidak efisien (Wang *et al.*, 2013). Risiko dan nilai tambah harus dipertimbangkan dalam menetapkan distribusi keuntungan yang adil.

Prinsip kesetaraan harus menjadi dasar mekanisme distribusi keuntungan, setiap mitra harus

menyadari bahwa manfaat yang diterima disesuaikan dengan upaya yang dilakukan untuk kolaborasi. Nilai-nilai Shapley telah digunakan untuk memenuhi prinsip kesetaraan. Nilai Shapley bertujuan untuk mengukur nilai kontribusi peserta dalam kelompok kolaboratif melalui nilai rata-rata yang ditambahkan ke kelompok (Io Nigro dan Abbate, 2011). Pendekatan distribusi keuntungan dengan mengakomodasi risiko dan nilai tambah untuk rantai pasok yang adil dan seimbang memberikan makna penting untuk berbagi risiko dan nilai tambah secara komprehensif untuk meningkatkan keberlanjutan dan profitabilitas rantai pasok (Yue dan You 2014). Saat mendistribusikan keuntungan, tidak mungkin menentukan jumlah pasti yang diterima oleh setiap aktor dalam rantai pasok karena keuntungan tersebut bersifat tidak pasti dan tidak sesuai dengan kondisi yang sebenarnya (Borkotokey, 2008; Sakawa dan Nishizaki, 2012) sehingga perlu mengakomodasi adanya ketidakpastian dalam memodelkan distribusi keuntungan yang adil antar aktor rantai pasok.

Dalam studi ini, penulis memfokuskan pada distribusi keuntungan yang adil antar aktor rantai pasok agroindustri sagu di Kabupaten Kepulauan Meranti, Riau. Distribusi keuntungan rantai pasok yang dimodelkan terdiri dari empat aktor, yaitu petani sagu, pedagang tual, agroindustri sagu basah, dan agroindustri sagu kering. Di antara keempat aktor ini, agroindustri sagu kering dijadikan sebagai perusahaan utama yang menjadi fokus dalam penelitian ini. Pada tahun 2021, agroindustri sagu kering yang menjadi objek penelitian memproduksi sebanyak 2.249 ton sagu kering dengan sumber bahan baku yang berasal dari kebun sendiri, pedagang tual, dan sagu basah dari agroindustri sagu basah. Sebagian besar sagu kering yang diproduksi dijual ke pasar domestik. Penelitian ini mengkaji bagaimana distribusi keuntungan antara keempat aktor dapat diatur secara adil untuk memenuhi kebutuhan semua pihak yang terlibat dalam rantai pasok agroindustri sagu.

Alasan menggunakan *fuzzy Shapley value* dalam melakukan penyeimbangan model adalah karena metode ini dapat mengakomodasi ketidakpastian atau *vagueness* yang mungkin ada dalam data atau informasi yang digunakan untuk menghitung kontribusi setiap aktor dalam rantai pasok. *Fuzzy Shapley value* dapat memberikan hasil yang lebih akurat dan realistis dalam mengukur kontribusi masing-masing aktor dalam rantai pasok karena dapat menyesuaikan dengan tingkat kepastian atau ketidakpastian dalam data yang digunakan.

Penelitian ini memiliki kontribusi yang signifikan dibandingkan dengan penelitian sejenis sebelumnya karena menggunakan pendekatan *fuzzy Shapley value* yang belum banyak digunakan dalam penelitian-penelitian sebelumnya. Selain itu, penelitian ini juga dijabarkan secara rinci mengenai distribusi keuntungan yang adil antar aktor dalam rantai pasok agroindustri sagu di Kabupaten

Kepulauan Meranti, Riau yang tidak banyak dibahas dalam penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini dapat menjadi referensi penting bagi peneliti dan praktisi dalam memahami dan memperbaiki praktik distribusi keuntungan yang adil dalam rantai pasok agroindustri sagu.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang model distribusi keuntungan yang adil antar aktor rantai pasok agroindustri sagu dengan mengakomodasi risiko dan nilai tambah tiap aktor rantai pasok. Selain itu, juga dipertimbangkan faktor ketidakpastian risiko dan nilai tambah karena keduanya bersifat suatu nilai yang tidak pasti atau mutlak. Model *Shapley value* klasik dikembangkan dengan memasukkan unsur ketidakpastian keuntungan, risiko, dan nilai tambah sehingga mampu memberikan solusi distribusi keuntungan yang proporsional dengan memperhitungkan risiko dan nilai tambah yang bersifat tidak pasti.

METODE PENELITIAN

Kerangka dan Tahapan Penelitian

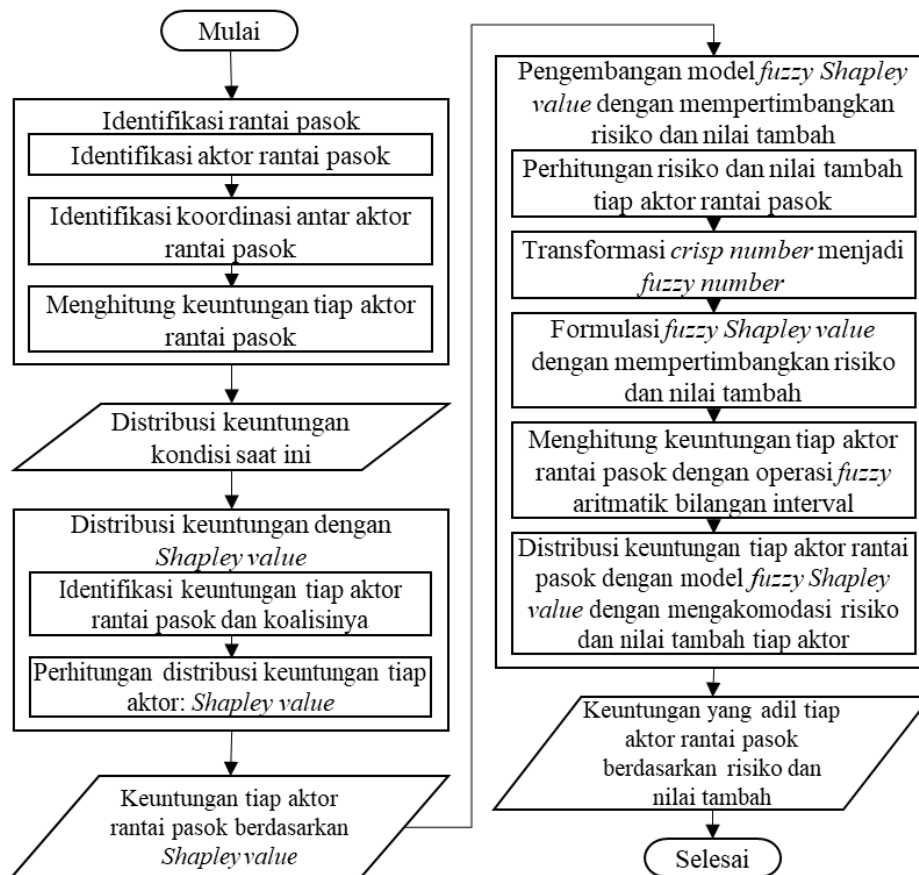
Secara garis besar kerangka penelitian terbagi dalam tiga tahapan, yang pertama adalah perhitungan keuntungan tiap aktor rantai pasok kondisi saat ini, tahap kedua adalah pemodelan distribusi keuntungan rantai pasok dengan *Shapley value*, dan terakhir

adalah pemodelan distribusi keuntungan dengan model *Fuzzy Shapley value* yang mengakomodasi ketidakpastian keuntungan, risiko, dan nilai tambah tiap aktor rantai pasok.

Penelitian dimulai dengan mengidentifikasi konfigurasi serta keuntungan tiap aktor rantai pasok agroindustri sagu yang ada di Kabupaten Kepulauan Meranti Provinsi Riau untuk mengetahui kondisi saat ini. Tahap selanjutnya adalah penilaian risiko dan nilai tambah tiap aktor rantai pasok yang dimasukkan ke dalam pemodelan distribusi keuntungan. Tahap terakhir adalah pemodelan distribusi keuntungan yang proporsional dengan mengakomodasi ketidakpastian keuntungan, risiko, dan nilai tambah tiap aktor rantai pasok. Tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

Perhitungan Keuntungan Tiap Aktor Rantai Pasok

Data yang digunakan sebagai dasar perhitungan keuntungan tiap aktor rantai pasok diperoleh melalui wawancara dan observasi lapang agroindustri sagu di Kabupaten Kepulauan Meranti. Keuntungan tiap aktor rantai pasok diperoleh dari mengurangi total pendapatan dengan total biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk. Total pendapatan diperoleh dengan mengalikan jumlah produk dengan harga jualnya.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Aktor rantai pasok dalam model ini terdiri dari petani (A), pedagang (B), agroindustri sagu basah (C), dan agroindustri sagu kering (D). Keuntungan petani ($v(A)$) diperoleh dari hasil penjualan batang sagu dikurangi biaya tanam dan perawatan. Keuntungan pedagang ($v(B)$) diperoleh dari penjualan tual sagu ke agroindustri sagu kering dikurangi biaya pembelian, biaya tebang, dan transportasi. Keuntungan agroindustri sagu basah ($v(C)$) diperoleh dari penjualan pati sagu basah ke agroindustri sagu kering dikurangi biaya tanam, perawatan, panen, produksi pati, dan transportasi. Keuntungan agroindustri sagu kering ($v(D)$) tanpa koalisi diperoleh dari penjualan pati sagu kering yang sumber bahan bakunya berasal dari kebun sendiri dikurangi biaya produksinya.

Keuntungan koalisi antara petani dan pedagang ($v(A,B)$) diperoleh dari $v(A) + v(B)$. Keuntungan $v(A,C)$ sama dengan $v(A)$ karena tidak ada transaksi antara petani dengan agroindustri sagu basah. Keuntungan $v(A,D)$ sama dengan $v(D)$ karena tidak ada transaksi antara petani dengan agroindustri sagu kering. Keuntungan $v(B,C)$ sama dengan $v(B)$ karena tidak ada transaksi antara pedagang dengan agroindustri sagu basah. Keuntungan $v(B,D)$ diperoleh dari $v(B)$ dijumlahkan dengan keuntungan agroindustri sagu kering yang bahan bakunya berasal dari pedagang. Keuntungan $v(C,D)$ diperoleh dari $v(C)$ dijumlahkan dengan keuntungan agroindustri sagu kering yang bahan bakunya berasal dari agroindustri sagu basah.

Keuntungan $v(A,B,C)$ sama dengan $v(A,B)$ karena tidak ada transaksi antara pedagang dengan agroindustri sagu basah maupun antara petani dengan agroindustri sagu basah. Keuntungan $v(A,B,D)$ diperoleh dari $v(A,B)$ dijumlahkan dengan keuntungan agroindustri sagu kering yang bahan bakunya berasal dari pedagang. Keuntungan $v(A,C,D)$ sama dengan $v(C,D)$ karena tidak ada transaksi antara petani dengan agroindustri sagu basah maupun petani dengan agroindustri sagu kering. Keuntungan $v(B,C,D)$ diperoleh dari $v(B) + v(C)$ dan ditambahkan dengan keuntungan agroindustri sagu kering yang bahan bakunya berasal dari pedagang dan agroindustri sagu basah. Keuntungan keseluruhan rantai pasok atau *grand coalition* $v(N)$ diperoleh dari $v(A) + v(B) + v(C)$ dan ditambahkan dengan

keuntungan agroindustri sagu kering yang bahan bakunya berasal dari kebun sendiri, pedagang, dan agroindustri sagu basah.

Penilaian Risiko dan Nilai Tambah Tiap Aktor Rantai Pasok

Analisis risiko yang dihadapi oleh tiap aktor rantai pasok agroindustri sagu dilakukan dengan Teknik *Fuzzy Analytic Hierarchy Process (Fuzzy AHP)*. *Fuzzy AHP* adalah penggabungan logika *fuzzy* dengan metode AHP yang digunakan untuk menangani kekaburan (*vagueness*) tanggapan yang diberikan oleh penilai/pakar (Shaw *et al.*, 2012). Metode ini dapat digunakan untuk membandingkan alternatif yang berbeda dalam suatu penilaian multi-kriteria dengan menggunakan hirarki kriteria yang disusun secara berurutan. Konsep *fuzzy AHP* pertama kali diusulkan oleh Yager (1981). Salah satu keunggulan metode ini adalah mudah dimengerti oleh pengambil keputusan. AHP melibatkan prinsip-prinsip dekomposisi, perbandingan berpasangan, dan sintesis vektor prioritas. Meskipun tujuan AHP adalah untuk menangkap pengetahuan pakar, AHP konvensional masih belum bisa mencerminkan cara berpikir manusia. *Fuzzy AHP* dikembangkan untuk mengakomodasi masalah *fuzzy hirarki*. Himpunan *fuzzy* dalam *fuzzy AHP* pada penelitian ini menggunakan fungsi keanggotaan segitiga atau *triangular membership function*. Nilai risiko tiap aktor rantai pasok diperoleh melalui analisa pendapat pakar yang didapatkan dengan wawancara mendalam maupun pengisian kuesioner. Pakar yang terlibat berjumlah tujuh orang terdiri dari akademisi, praktisi, pemerintah, dan peneliti.

Nilai tambah tiap aktor rantai pasok agroindustri sagu dihitung menggunakan metode yang diperkenalkan oleh Hayami *et al.* (1987). Metode Hayami dinilai lebih baik untuk mengukur nilai tambah karena dapat dipergunakan untuk rangkaian kegiatan yang terkait dalam rantai pasok (Hidayat *et al.*, 2012). Proses perhitungan nilai tambah menggunakan metode Hayami ditunjukkan pada Tabel 1 dan dihitung untuk periode satu tahun produksi. Data yang digunakan sebagai dasar perhitungan nilai tambah diperoleh melalui wawancara dan observasi lapang agroindustri sagu di Kabupaten Kepulauan Meranti.

Tabel 1 Proses perhitungan nilai tambah metode Hayami

No	Variabel	Satuan	Nilai
1	Output	Kg	(1)
2	Bahan baku	Kg	(2)
3	Faktor konversi		(3) = (1) / (2)
4	Harga output	Rp/kg	(4)
5	Harga bahan baku	Rp/kg	(5)
6	Harga input lain	Rp/kg	(6)
7	Nilai output	Rp/kg	(7) = (3) x (4)
8	Nilai tambah	Rp/kg	(8) = (7) - (5) - (6)
9	Rasio nilai tambah	%	(9) = (8) / (7) x 100

Shapley value

Shapley value adalah konsep solusi dalam teori permainan kooperatif yang dinamai untuk menghormati Lloyd S. Shapley yang memperkenalkannya pada tahun 1951 dan memenangkan hadiah Nobel Memorial dalam ilmu ekonomi pada tahun 2012 (Shapley 1951; Shapley 1988). Secara formal, koalisi didefinisikan sebagai: ada satu set N (dari n pemain) dan sebuah fungsi v yang memetakan himpunan bagian pemain bilangan riil: $v: 2^N \rightarrow \mathbb{R}$, dengan $v(\emptyset) = 0$, dimana \emptyset menunjukkan himpunan kosong. Fungsi v disebut fungsi karakteristik. Fungsi v memiliki arti jika S adalah koalisi pemain, maka $v(S)$, disebut nilai koalisi S , menjelaskan jumlah total imbalan yang diharapkan dari para anggota S yang dapat diperoleh dengan kerjasama.

Shapley value adalah salah satu cara untuk mendistribusikan perolehan total kepada para pemain, dengan asumsi bahwa mereka semua berkolaborasi. Distribusi keuntungan yang adil dalam arti bahwa Shapley value adalah satu-satunya distribusi dengan properti tertentu yang diinginkan yang tercantum dalam persamaan (1). Berdasarkan Shapley value, distribusi keuntungan yang diberikan kepada pemain i dalam koalisi (v, N) adalah:

$$\varphi_i(N, v) = \frac{1}{n!} (\sum_{S \subseteq N \setminus \{i\}} |S|! (n - 1 - |S|)! [v(S \cup \{i\}) - v(S)]) \dots\dots\dots (1)$$

dimana n adalah jumlah total pemain dan jumlahnya meluas ke semua himpunan bagian S dari N yang tidak mengandung pemain i . Rumus $v(S \cup \{i\}) - v(S)$ dalam persamaan (1) mengacu pada kontribusi marjinal pemain ke- i terhadap nilai seluruh koalisi. Kontribusi marjinal menentukan berapa banyak pemain i berkontribusi pada perolehan keseluruhan atau diutarakan secara berbeda: seberapa penting pemain i bagi koalisi. Shapley value menghasilkan distribusi unik dari total keuntungan yang dihasilkan di antara semua anggota koalisi berdasarkan kontribusi marjinal.

Shapley value adalah satu-satunya skema distribusi nilai yang memiliki semua dari empat sifat berikut (Hsu dan Soo, 2009):

1. *Pareto-efficiency*: Nilai total koalisi didistribusikan di antara anggota $\sum_{i \in N} \varphi_i(v) = v(N)$.
2. *Symmetry*: Nilainya bisa ditentukan terlepas dari nama pemainnya. Jika untuk dua pemain i dan j berlaku relasi berikut: $v(S \cup \{i\}) = v(S \cup \{j\})$ untuk setiap himpunan bagian $S \subseteq N$ dengan $S \cap \{i, j\} = \emptyset$, maka $\varphi_i(v) = \varphi_j(v)$.
3. *Additivity*: Sifat ini mensyaratkan untuk setiap dua permainan $\varphi_i(N, v)$, $\varphi_i(N, v^*)$ yang memiliki relasi berikut: $\varphi_i(N, v) + \varphi_i(N, v^*) = \varphi_i(N, v + v^*) \forall i \in N$.
4. *Zero player*: Jika nilai marjinal seorang pemain untuk kemungkinan koalisi adalah nol, pemain ini

mendapatkan nilai nol: $v(S \cup i) = v(S) \forall S \Rightarrow \varphi_i(v) = 0$.

Fuzzy Shapley value

Model fuzzy Shapley value adalah pengembangan dari model Shapley value pada teori permainan dengan pendekatan fuzzy logic. Model ini digunakan untuk memperkirakan kontribusi individu dalam kelompok dengan memasukkan aspek ketidakpastian dan kesamaran pada data. Fuzzy logic memberikan kemampuan untuk menangani ketidakpastian dan tidak membatasi nilai keuntungan hanya pada nilai diskret. Model fuzzy Shapley value dalam penelitian ini juga memasukkan unsur ketidakpastian risiko serta nilai tambah tiap aktor rantai pasok. Model Shapley value konvensional, risiko tiap pemain dianggap sama, namun pada kenyataannya tidak demikian. Model fuzzy Shapley value yang digunakan pada penelitian ini memodifikasi model yang dikembangkan oleh Asrol et al. (2020) menjadi model seperti pada persamaan (2).

$$\tilde{\varphi}_i(N, \tilde{v}) = \frac{1}{n!} (\sum_{S \subseteq N \setminus \{i\}} |S|! (n - 1 - |S|)! [\tilde{v}(S \cup \{i\}) - \tilde{v}(S)]) + ((\tilde{R}_i) \times \tilde{v}(N)) + (\tilde{V}A_i \times \tilde{v}(N)) \dots\dots\dots (2)$$

dimana \tilde{R}_i adalah rentang nilai normalisasi risiko aktor rantai pasok i , $\tilde{V}A_i$ adalah rentang nilai normalisasi nilai tambah aktor rantai pasok i , dan $\tilde{v}(N)$ adalah rentang nilai keuntungan grand coalition. Modifikasi yang dilakukan adalah pada perkalian nilai risiko dengan keuntungan grand coalition. Nilai risiko yang dikalikan dengan keuntungan grand coalition tidak perlu dikurangi dengan nilai satu per jumlah pemain ($1/n$) karena nilai risiko tiap aktor rantai pasok telah dinormalisasi termasuk juga nilai tambah. Himpunan fuzzy dalam model fuzzy Shapley value pada penelitian ini menggunakan fungsi keanggotaan segitiga atau triangular membership function dengan representasi nilai selang, (a, b, c) menjadi [a, c].

Data yang digunakan sebagai dasar perhitungan fuzzy Shapley value adalah hasil perhitungan keuntungan tiap aktor rantai pasok, keuntungan koalisi, nilai risiko, dan nilai tambah yang telah ditransformasi ke dalam himpunan fuzzy. Langkah-langkah penggunaan model fuzzy Shapley value dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi aktor yang terlibat dalam koalisi.
2. Menetapkan nilai sistem fuzzy untuk koalisi dengan menghitung nilai fuzzy relatif masing-masing aktor sebelum memasukkan mereka ke dalam koalisi.
3. Menghitung nilai fuzzy untuk setiap sub-koalisi dari koalisi aktor. Setiap sub-koalisi dihasilkan dari kombinasi aktor dalam koalisi.

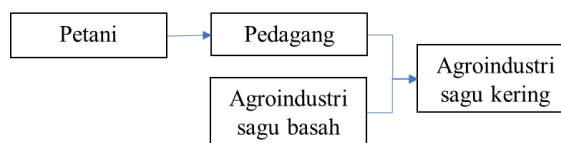
4. Menghitung nilai gabungan *fuzzy* untuk setiap aktor dalam koalisi dan setiap sub-koalisi. Nilai gabungan *fuzzy* ini menunjukkan kontribusi aktor dalam koalisi dan sub-koalisi.
5. Menghitung nilai *fuzzy Shapley value* untuk setiap aktor dalam koalisi. Nilai ini dihitung dengan menjumlahkan kontribusi *fuzzy* yang dihitung pada setiap permutasi aktor dalam koalisi.
6. Menghitung bobot nilai *fuzzy* risiko dan nilai tambah untuk setiap aktor dalam koalisi yang mencerminkan kepentingan relatif dari setiap aktor dalam koalisi.
7. Menghitung nilai *fuzzy Shapley value* dengan bobot *fuzzy* risiko dan nilai tambah untuk memperkirakan kontribusi aktor dalam koalisi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi Keuntungan Saat Ini

Distribusi keuntungan rantai pasok agroindustri sagu yang dimodelkan terdiri dari empat aktor, yaitu petani sagu, pedagang tual, agroindustri sagu basah, dan agroindustri sagu kering dengan agroindustri sagu kering sebagai *focal company*. Pada Tahun 2021, agroindustri sagu kering yang menjadi objek penelitian memproduksi sebanyak 2.249 ton sagu kering. Agroindustri sagu kering memproduksi pati sagu kering dari tiga sumber bahan baku yaitu kebun sendiri, pedagang tual, dan pati sagu basah dari agroindustri sagu basah. Pedagang tual membeli batang sagu dari petani sagu. Agroindustri sagu basah memiliki kebun sendiri sebagai sumber bahan baku dan menjual sagu basah yang dihasilkan kepada agroindustri sagu kering. Aliran bahan baku dari tiap aktor rantai pasok sagu yang dimodelkan dapat dilihat pada Gambar 2. Keuntungan tiap aktor rantai pasok dihitung dengan dasar produksi dari agroindustri sagu kering tersebut. Keuntungan petani $v(A)$, pedagang $v(B)$, agroindustri sagu basah $v(C)$, dan agroindustri sagu kering $v(D)$ menunjukkan kondisi keuntungan

saat ini yang diperoleh tiap aktor rantai pasok agroindustri sagu. Keuntungan tiap aktor rantai pasok dan simulasi kondisi koalisinya dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 2. Aktor rantai pasok agroindustri sagu yang dipertimbangkan pada model yang dikembangkan

Distribusi Keuntungan – Shapley Value

Shapley value digunakan untuk memodelkan distribusi keuntungan secara adil di antara aktor rantai pasok. Persamaan (1) menunjukkan distribusi keuntungan di antara aktor rantai pasok berdasarkan kontribusi marginal mereka terhadap aliansi rantai pasok. Distribusi keuntungan untuk petani sagu ditunjukkan pada Tabel 3. Hasil perhitungan model *Shapley value* menunjukkan bahwa petani sagu mendapatkan keuntungan $\varphi_A(v)$ sebesar Rp175.541.728.

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, tidak ada koalisi antara petani sagu dan agroindustri sagu basah $v(A,C)$. Dengan menggunakan persamaan yang sama, penulis juga menemukan bahwa distribusi keuntungan pedagang tual $\varphi_B(v)$ adalah Rp705.163.946, agroindustri sagu basah $\varphi_C(v)$ adalah Rp73.837.879, dan agroindustri sagu kering $\varphi_D(v)$ adalah Rp1.916.603.716 yang ditunjukkan pada Tabel 4, 5, dan 6. Jika dibandingkan dengan keuntungan rantai pasok secara keseluruhan maka persentase keuntungan petani sagu, pedagang tual, agroindustri sagu basah, dan agroindustri sagu kering secara berurutan adalah 6,11%, 24,56%, 2,57%, dan 66,75%.

Tabel 2. Keuntungan aktor rantai pasok dan koalisinya pada kondisi saat ini

Aktor dan koalisi	Simbol	Keuntungan (Rp)*
Petani	$v(A)$	214.280.000
Pedagang tual	$v(B)$	326.690.000
Agroindustri sagu basah	$v(C)$	36.299.268
Agroindustri sagu kering	$v(D)$	1.559.291.853
Petani dan pedagang tual	$v(A,B)$	540.970.000
Petani dan agroindustri sagu basah	$v(A,C)$	214.280.000
Petani dan agroindustri sagu kering	$v(A,D)$	1.559.291.853
Pedagang tual dan agroindustri sagu basah	$v(B,C)$	326.690.000
Pedagang tual dan agroindustri sagu kering	$v(B,D)$	2.548.556.000
Agroindustri sagu basah dan kering	$v(C,D)$	1.731.247.687
Petani, pedagang tual, dan agroindustri sagu basah	$v(A,B,C)$	540.970.000
Petani, pedagang, dan agroindustri sagu kering	$v(A,B,D)$	2.762.836.000
Petani, agroindustri sagu basah, dan kering	$v(A,C,D)$	1.731.247.687
Pedagang, agroindustri sagu basah, dan kering	$v(B,C,D)$	2.656.867.268
<i>Grand coalition</i>	$v(N)$	2.871.147.268

*: Keuntungan dihitung berdasarkan jumlah produksi agroindustri sagu kering selama tahun 2021 (2.248.900 kg sagu kering dengan sumber bahan baku kebun sendiri, pedagang tual, dan sagu basah dari agroindustri sagu basah)

Tabel 3. Perhitungan distribusi keuntungan petani sagu dengan *Shapley value*

Aktor A	$ S !$	$\binom{n-1}{- S !}$	$v(S \cup \{i\})$	$v(S)$	$v(S \cup \{i\}) - v(S)$	$\binom{n-1}{- S !} [v(S \cup \{i\}) - v(S)]$	$n!$	$\varphi_i(N, v)$
\emptyset	1	6	214.280.000	-	214.280.000	1.285.680.000	24	53.570.000
B	1	2	540.970.000	326.690.000	214.280.000	428.560.000	24	17.856.667
C	1	2	214.280.000	36.299.268	177.980.732	355.961.464	24	14.831.728
D	1	2	1.559.291.853	1.559.291.853	-	-	24	-
B,C	2	2	540.970.000	326.690.000	214.280.000	428.560.000	24	17.856.667
B,D	2	2	2.762.836.000	2.548.556.000	214.280.000	428.560.000	24	17.856.667
C,D	2	2	1.731.247.687	1.731.247.687	-	-	24	-
B,C,D	6	6	2.871.147.268	2.656.867.268	214.280.000	1.285.680.000	24	53.570.000
$\varphi_A(v)$								175.541.728

Tabel 4. Perhitungan distribusi keuntungan pedagang tual sagu dengan *Shapley value*

Aktor B	$ S !$	$\binom{n-1}{- S !}$	$v(S \cup \{i\})$	$v(S)$	$v(S \cup \{i\}) - v(S)$	$\binom{n-1}{- S !} [v(S \cup \{i\}) - v(S)]$	$n!$	$\varphi_i(N, v)$
\emptyset	1	6	326.690.000	-	326.690.000	1.960.140.000	24	81.672.500
A	1	2	540.970.000	214.280.000	326.690.000	653.380.000	24	27.224.167
C	1	2	326.690.000	36.299.268	290.390.732	580.781.464	24	24.199.228
D	1	2	2.548.556.000	1.559.291.853	989.264.147	1.978.528.293	24	82.438.679
A,C	2	2	540.970.000	214.280.000	326.690.000	653.380.000	24	27.224.167
A,D	2	2	2.762.836.000	1.559.291.853	1.203.544.147	2.407.088.293	24	100.295.346
C,D	2	2	2.656.867.268	1.731.247.687	925.619.581	1.851.239.162	24	77.134.965
A,C,D	6	6	2.871.147.268	1.731.247.687	1.139.899.581	6.839.397.487	24	284.974.895
$\varphi_B(v)$								705.163.946

Tabel 5. Perhitungan distribusi keuntungan agroindustri sagu basah dengan *Shapley value*

Aktor C	$ S !$	$\binom{n-1}{- S !}$	$v(S \cup \{i\})$	$v(S)$	$v(S \cup \{i\}) - v(S)$	$\binom{n-1}{- S !} [v(S \cup \{i\}) - v(S)]$	$n!$	$\varphi_i(N, v)$
\emptyset	1	6	36.299.268	-	36.299.268	217.795.608	24	9.074.817
A	1	2	214.280.000	214.280.000	-	-	24	-
B	1	2	326.690.000	326.690.000	-	-	24	-
D	1	2	1.731.247.687	1.559.291.853	171.955.833	343.911.667	24	14.329.653
A,B	2	2	540.970.000	540.970.000	-	-	24	-
A,D	2	2	1.731.247.687	1.559.291.853	171.955.833	343.911.667	24	14.329.653
B,D	2	2	2.656.867.268	2.548.556.000	108.311.268	216.622.536	24	9.025.939
A,B,D	6	6	2.871.147.268	2.762.836.000	108.311.268	649.867.608	24	27.077.817
$\varphi_C(v)$								73.837.879

Tabel 6. Perhitungan distribusi keuntungan agroindustri sagu kering dengan *Shapley value*

Aktor D	$ S !$	$\binom{n-1}{- S !}$	$v(S \cup \{i\})$	$v(S)$	$v(S \cup \{i\}) - v(S)$	$\binom{n-1}{- S !} [v(S \cup \{i\}) - v(S)]$	$n!$	$\varphi_i(N, v)$
\emptyset	1	6	1.559.291.853	-	1.559.291.853	9.355.751.121	24	389.822.963
A	1	2	1.559.291.853	214.280.000	1.345.011.853	2.690.023.707	24	112.084.321
B	1	2	2.548.556.000	326.690.000	2.221.866.000	4.443.732.000	24	185.155.500
C	1	2	1.731.247.687	36.299.268	1.694.948.419	3.389.896.838	24	141.245.702
A,B	2	2	2.762.836.000	540.970.000	2.221.866.000	4.443.732.000	24	185.155.500
A,C	2	2	1.731.247.687	214.280.000	1.516.967.687	3.033.935.374	24	126.413.974
B,C	2	2	2.656.867.268	326.690.000	2.330.177.268	4.660.354.536	24	194.181.439
A,B,C	6	6	2.871.147.268	540.970.000	2.330.177.268	13.981.063.608	24	582.544.317
$\varphi_D(v)$								1.916.603.716

Model *Shapley value* telah memberikan solusi untuk pembagian keuntungan di rantai pasok agroindustri sagu berdasarkan besarnya kontribusi dari setiap aktor secara bertahap. Hasil ini tidak jauh berbeda dari kondisi saat ini yang ditemukan dalam kasus nyata. Gambar 3 menunjukkan perbandingan

antara distribusi keuntungan kondisi saat ini dan berdasarkan *Shapley value*. Model distribusi keuntungan dengan menggunakan *Shapley value* menghasilkan keuntungan yang paling besar dinikmati oleh agroindustri sagu kering, masih sama dengan kondisi saat ini. Model *Shapley value* hanya

memperhatikan kontribusi marjinal tiap aktor rantai pasok dan tanpa memperhitungkan risiko yang dihadapi dan nilai tambah yang diberikan oleh setiap aktor rantai pasok.

Hasil ini menimbulkan pertanyaan apakah distribusi keuntungan rantai pasok agroindustri sagu sudah adil dan proporsional. Penentuan distribusi keuntungan dalam jumlah yang pasti tidak dapat diterima, tidak nyata, dan karenanya tidak dapat diterapkan di dunia nyata (Borkotokey, 2008; Sakawa dan Nishizaki, 2012) sehingga perlu mengakomodasi adanya ketidakpastian keuntungan dan memperhatikan adanya risiko dan nilai tambah yang berbeda pada tiap aktor rantai pasok agroindustri sagu. Aktor rantai pasok tidak dapat mengetahui secara pasti nilai keuntungan yang akan diperoleh sehingga keadaan ini mendorong untuk mempertimbangkan model himpunan *fuzzy* untuk menentukan distribusi keuntungan dalam rantai pasok.

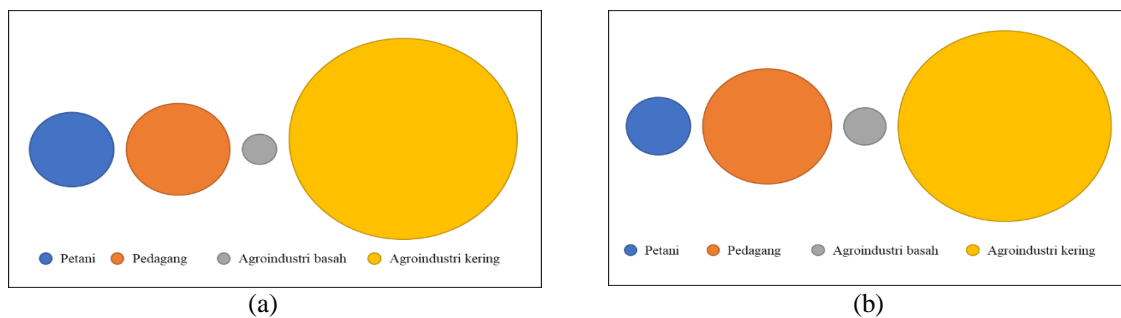
Distribusi Keuntungan – Fuzzy Shapley Value

Pada *fuzzy Shapley value*, nilai keuntungan diekspresikan dalam bilangan *fuzzy* dan direpresentasikan dalam nilai interval untuk mengakomodasi adanya ketidakpastian. Keuntungan tiap aktor rantai pasok dan koalisinya dalam representasi nilai interval ditunjukkan pada Tabel 7.

Pada model *fuzzy Shapley value* ini juga memasukkan unsur risiko tiap aktor rantai pasok

karena pada model *Shapley value* konvensional, risiko tiap aktor rantai pasok dianggap sama. Hasil identifikasi risiko didapatkan sebanyak 13 risiko dengan nilai risiko yang berbeda di tiap aktor rantai pasok. Risiko yang berhasil diidentifikasi diantaranya adalah kualitas bahan baku, kualitas produk, produktivitas lahan, produktivitas pabrik, volatilitas harga bahan baku, volatilitas harga produk, biaya produksi tinggi, praktek ijon, kehabisan bahan baku (*stockout*), permintaan tidak pasti, produk menimbun, kecelakaan kerja, dan degradasi lingkungan. Struktur hirarki penilaian risiko ditunjukkan pada Gambar 4 dan nilai risiko tiap aktor rantai pasok agroindustri sagu ditunjukkan pada Gambar 5.

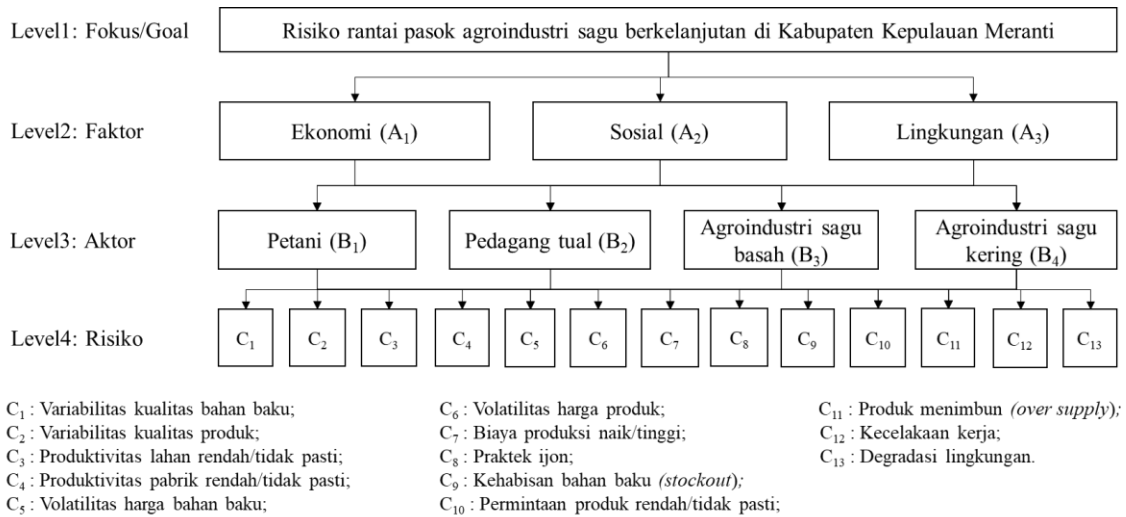
Risiko paling tinggi ditanggung oleh petani dengan nilai 0,52 diikuti oleh agroindustri sagu kering sebesar 0,29 kemudian pedagang 0,23 dan terakhir agroindustri sagu basah dengan nilai 0,20. Dibandingkan dengan risiko yang dihadapi oleh petani yang cukup tinggi, distribusi keuntungan yang diperoleh petani relatif kecil jika dibandingkan dengan aktor lainnya dengan nilai risiko yang lebih rendah. Dalam penelitian sebelumnya juga didapatkan bahwa petani menanggung risiko paling tinggi dalam rantai pasok, contohnya pada rantai pasok komoditas jagung (Suharjito *et al.*, 2010), rantai pasok agroindustri kopi (Jaya *et al.*, 2014), rantai pasok agroindustri susu (Septiani *et al.*, 2016), dan rantai pasok agroindustri gula (Asrol *et al.*, 2020)



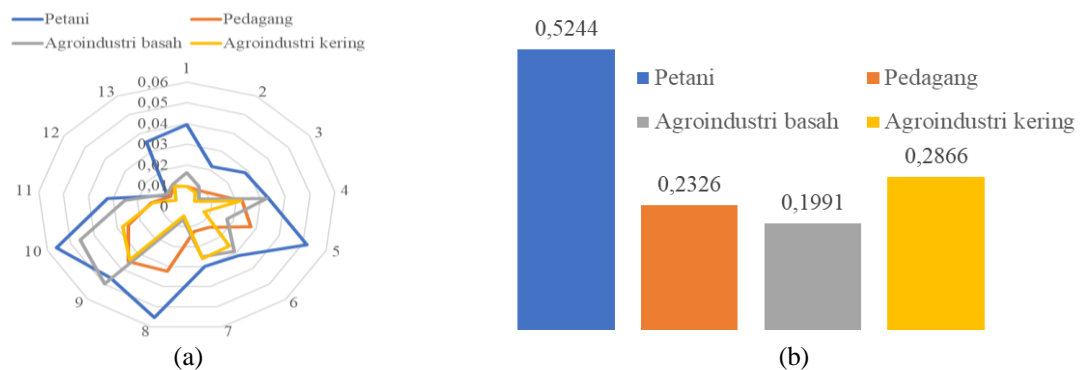
Gambar 3. Distribusi keuntungan rantai pasok agroindustri sagu berdasarkan (a) situasi saat ini dan (b) hasil *Shapley value*

Tabel 7. Keuntungan rantai pasok agroindustri sagu dengan representasi nilai interval

Aktor dan koalisi	Simbol	Keuntungan (Rp)
Petani	$v(A)$	[203.566.000, 224.994.000]
Pedagang tual	$v(B)$	[310.355.500, 343.024.500]
Agroindustri sagu basah	$v(C)$	[34.484.305, 38.114.231]
Agroindustri sagu kering	$v(D)$	[1.481.327.261, 1.637.256.446]
Petani dan pedagang tual	$v(A,B)$	[513.921.500, 568.018.500]
Petani dan agroindustri sagu basah	$v(A,C)$	[203.566.000, 224.994.000]
Petani dan agroindustri sagu kering	$v(A,D)$	[1.481.327.261, 1.637.256.446]
Pedagang tual dan agroindustri sagu basah	$v(B,C)$	[310.355.500, 343.024.500]
Pedagang tual dan agroindustri sagu kering	$v(B,D)$	[2.421.128.200, 2.675.983.800]
Agroindustri sagu basah dan kering	$v(C,D)$	[1.644.685.303, 1.817.810.071]
Petani, pedagang tual, dan agroindustri sagu basah	$v(A,B,C)$	[513.921.500, 568.018.500]
Petani, pedagang, dan agroindustri sagu kering	$v(A,B,D)$	[2.624.694.200, 2.900.977.800]
Petani, agroindustri sagu basah, dan kering	$v(A,C,D)$	[1.644.685.303, 1.817.810.071]
Pedagang, agroindustri sagu basah, dan kering	$v(B,C,D)$	[2.524.023.905, 2.789.710.631]
Grand coalition	$v(N)$	[2.727.589.905, 3.014.704.631]



Gambar 4. Struktur hirarki penilaian risiko dengan teknik fuzzy AHP



Gambar 5. Risiko pada tiap aktor rantai pasok (a) dan agregasinya (b)

Jika hanya melihat risiko, tidak cukup adil bagi tiap aktor rantai pasok, karena itu nilai tambah juga diperhitungkan dalam model distribusi keuntungan yang dihitung menggunakan metode Hayami. Rasio nilai tambah pada agroindustri sagu kering dihitung dengan merata-ratakan rasio nilai tambah yang diperoleh dari tiga sumber bahan baku yang berbeda yaitu bahan baku dari kebun sendiri (*inhouse*), dari pedagang tual (*outsourse*), dan sagu basah dari agroindustri sagu basah. Rasio nilai tambah dari petani sagu, pedagang tual, agroindustri sagu basah, dan agroindustri sagu kering secara berurutan adalah 12%, 35,92%, 13,9%, dan 15,11%. Perhitungan rasio nilai tambah tiap aktor rantai pasok agroindustri sagu dapat dilihat pada Tabel 8.

Rasio nilai tambah paling tinggi diperoleh oleh pedagang tual dengan nilai 35,92% dan hasil perhitungan ini hampir sama dengan hasil perhitungan rasio nilai tambah terhadap tual yang dilakukan oleh Pratama *et al.* (2018) dengan nilai 33%. Perhitungan nilai tambah oleh Pratama *et al.* (2018) dilakukan terhadap produk dan dimulai dari tual yang diasumsikan merupakan produk yang dihasilkan oleh pedagang tual. Nilai risiko dan nilai tambah di transformasi kedalam nilai fuzzy dan

kemudian dinormalisasi. Risiko dan nilai tambah dalam representasi nilai interval yang telah dinormalisasi disajikan pada Tabel 9. Tabel 9 menunjukkan risiko yang paling besar dan nilai tambah paling rendah dihadapi oleh petani.

Dengan memperhitungkan ketidakpastian keuntungan dan memasukkan unsur risiko dan nilai tambah kedalam model fuzzy Shapley value, persentase distribusi keuntungan yang diterima oleh petani, pedagang, dan agroindustri sagu basah terhadap total keuntungan rantai pasok lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi saat ini maupun dengan model Shapley value konvensional. Hasil perhitungan distribusi keuntungan saat ini, model Shapley value, dan fuzzy Shapley value dapat dilihat pada Tabel 10. Persentase distribusi keuntungan yang ditunjukkan pada Tabel 10 merupakan rangkuman hasil dari keuntungan saat ini, perhitungan keuntungan tiap aktor dengan model Shapley value, dan perhitungan keuntungan tiap aktor dengan model fuzzy Shapley value. Nilai persentase didapatkan dengan membandingkan keuntungan masing-masing aktor terhadap keuntungan rantai pasok secara keseluruhan.

Tabel 8. Nilai tambah aktor rantai pasok agroindustri sagu

No	Variabel	Satuan	Petani	Pedagang	Agro-basah	Agroindustri Sagu Kering		
						Inhouse	Sagu Basah	Outsource
1	Output	Kg	5.357.000	4.821.000	135.564	1.591.114	70.600	587.186
2	Bahan baku	Kg	5.892.700	5.357.000	423.600	13.063.600	135.564	4.821.000
3	Faktor konversi		0,91	0,90	0,32	0,12	0,52	0,12
4	Harga output	Rp/kg	222,22	420	1.800	6.331	6.331	6.331
5	Harga bahan baku	Rp/kg	177,78	222,22	416	442,11	1.800	446,21
6	Harga input lain	Rp/kg	-	20	80	293	293	293
7	Nilai output	Rp/kg	202,02	377,98	576,05	771,10	3.297,10	771,10
8	Nilai tambah	Rp/kg	24,24	135,75	80,05	35,99	1.204,10	31,89
9	Rasio tambah	nilai %	12,00	35,92	13,90	4,67	36,52	4,14
						15,11		

Tabel 9. Nilai normalisasi interval risiko dan nilai tambah tiap aktor rantai pasok

Aktor	Risiko	Nilai tambah
Petani	[0,200 0,222]	[0,062 0,094]
Pedagang tual	[0,089 0,098]	[0,187 0,280]
Agroindustri sagu basah	[0,076 0,084]	[0,072 0,108]
Agroindustri sagu kering	[0,110 0,121]	[0,079 0,118]

Tabel 10. Hasil distribusi keuntungan saat ini, model *Shapley value*, dan *fuzzy Shapley value* dengan mempertimbangkan risiko dan nilai tambah

Aktor	Saat ini (%)	Shapley value (%)	Fuzzy Shapley value (%)
Petani	10,03	6,11	17,77
Pedagang tual	15,29	24,56	29,69
Agroindustri sagu basah	1,70	2,57	9,91
Agroindustri sagu kering	72,98	66,75	42,63

Hasil distribusi keuntungan dengan *fuzzy Shapley value* relatif adil karena selain menghitung kontribusi marjinal dari model *Shapley value* juga mengakomodasi ketidakpastian, nilai risiko dan nilai tambah tiap aktor rantai pasok. Validasi hasil perhitungan model *fuzzy Shapley value* menggunakan data kondisi riil saat ini yang ada pada agroindustri sagu, maka dapat dikatakan bahwa hasil perhitungan tersebut valid. Implementasi model *fuzzy Shapley value* pada dunia nyata perlu dilakukan agar tiap aktor rantai pasok memperoleh keuntungan sesuai dengan kontribusi, risiko, dan nilai tambah yang diberikan dalam rantai pasok. Penerapannya sangat membutuhkan kemauan setiap aktor untuk berlaku transparan dan rela membagi keuntungannya untuk peningkatan kinerja rantai pasok. Penerapan model distribusi keuntungan dapat dilakukan melalui perjanjian jual beli antara agroindustri sagu kering dengan pedagang tual yang mengatur tentang harga tual sagu, antara pedagang tual dengan petani sagu yang mengatur tentang harga batang sagu, dan antara agroindustri sagu kering dengan agroindustri sagu basah yang mengatur tentang harga sagu basah. Pihak agroindustri sagu kering memberikan harga lebih tinggi dibandingkan dengan harga pasar dan dapat memberikan persyaratan kualitas kepada penyedia bahan bakunya.

Implikasi Manajerial

Distribusi keuntungan yang adil antar aktor rantai pasok agroindustri sagu dengan

mempertimbangkan ketidakpastian keuntungan, risiko, dan nilai tambah dapat meningkatkan motivasi tiap aktor rantai pasok untuk berkoalisi dan dapat meningkatkan keberlanjutan rantai pasok. Untuk mengimplementasikan model distribusi keuntungan yang adil, terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan diantaranya adalah transparansi informasi, kemauan tiap aktor untuk berkoalisi, dan intervensi pemerintah melalui regulasi. Diperlukan regulasi tentang harga pokok petani dan harga eceran tertinggi yang didasarkan dari kualitas batang sagu dan diperbarui secara berkala agar tingkat keuntungan tiap aktor rantai pasok dapat dikontrol dengan baik.

Semua aktor dalam rantai pasok harus bersedia berbagi informasi melalui komunikasi dan koordinasi secara intensif. Penerapan model distribusi keuntungan yang adil dengan mengakomodasi ketidakpastian keuntungan, risiko, dan nilai tambah berimplikasi pada perubahan distribusi keuntungan yang diterima oleh tiap aktor rantai pasok agroindustri sagu saat ini. Keuntungan yang diterima dapat naik atau turun yang disesuaikan dengan kontribusinya dalam rantai pasok. Implementasi model tersebut perlu didukung dengan kontrak/perjanjian yang jelas dan terukur dan telah disepakati oleh semua aktor dalam rantai pasok. Implementasi model tersebut pada akhirnya dapat meningkatkan kinerja dan keberlanjutan rantai pasok agroindustri sagu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil membangun model distribusi keuntungan yang adil di antara aktor rantai pasok menggunakan teori permainan kooperatif, khususnya *Shapley value*. *Shapley value* adalah model distribusi keuntungan yang efektif di antara anggota koalisi aktor rantai pasok. Distribusi keuntungan di antara aktor rantai pasok menggunakan *Shapley value* memerlukan modifikasi untuk meningkatkan kesesuaiannya dalam lingkungan rantai pasok. Formulasi *fuzzy Shapley value* dapat mengakomodasi ketidakpastian dalam distribusi keuntungan dengan memasukkan faktor risiko dan nilai tambah untuk mendapatkan keuntungan yang adil. Hasil penelitian ini menunjukkan distribusi keuntungan yang adil antara petani sagu, pedagang tual, agroindustri sagu basah dan agroindustri sagu kering masing-masing secara berurutan sebesar 17,77%, 29,69%, 9,91%, dan 42,63%. Distribusi keuntungan dengan model *fuzzy Shapley value* lebih baik dibandingkan dengan distribusi keuntungan saat ini bagi petani, pedagang, dan agroindustri sagu basah yaitu 10,03%, 15,29%, dan 1,7% secara berurutan. Hasil tersebut dianggap lebih adil dan proporsional karena mempertimbangkan ketidakpastian keuntungan, risiko, dan nilai tambah tiap aktor pada rantai pasok agroindustri sagu.

Saran

Penelitian ini mendistribusikan keuntungan di antara para aktor rantai pasok berdasarkan kontribusi marginal, risiko dan nilai tambah. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan penambahan keuntungan dalam rantai pasok jika limbah yang ditimbulkan oleh agroindustri diolah menjadi produk bernilai tambah dalam menetapkan model distribusi keuntungan yang adil di antara para aktor rantai pasok. Model dalam penelitian ini dapat diaplikasikan dalam rantai pasok agroindustri lainnya untuk mengkonfirmasi distribusi keuntungan yang adil berdasarkan ketidakpastian keuntungan, risiko dan nilai tambah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penyusunan artikel ini hingga terbit sebagian didanai oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional Republik Indonesia melalui program Beasiswa Sainstek. Penulis juga berterima kasih kepada *reviewer* yang telah memberikan saran untuk perbaikan versi akhir artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Asrol M, Marimin, Machfud, Yani Moh, Taira E. 2020. Supply chain fair profit allocation based on risk and value added for sugarcane agro-industry. *Operations and Supply Chain*

Management: An International Journal. 13(2):150–165. doi:10.31387/oscm0410259.

- Bertsimas D, Farias VF, Trichakis N. 2011. The price of fairness. *Oper Res*. 59(1):17–31. doi:10.1287/opre.1100.0865.
- Borkotokey S. 2008. Cooperative games with fuzzy coalitions and fuzzy characteristic functions. *Fuzzy Sets Syst*. 159(2):138–151. doi:10.1016/j.fss.2007.07.007.
- Chen CL, Wang BW, dan Lee WC. 2003a. Multiobjective optimization for a multienterprise supply chain network. *Ind Eng Chem Res*. 42(9):1879–1889. doi:10.1021/ie0206148.
- Chen CL, Wang BW, dan Lee WC. 2003b. The optimal profit distribution problem in a multi-echelon supply chain network: A fuzzy optimization approach. Di dalam: *International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems*. Berlin, Heidelberg : Springer. hlm 1289–1295.
- Chen L, Shen M, dan Chen C. 2010. A research in supply chain profit allocation based on cooperation game theory. Di dalam: *Proceedings - 2010 International Conference on System Science, Engineering Design and Manufacturing Informatization, ICSEM 2010*. Volume ke-2. hlm 239–242.
- Chopra S dan Meindl P. 2013. *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. Fifth Edit. Prentice Hall.
- Fahimullah M, Faheem Y, dan Ahmad N. 2019. Collaboration formation and profit sharing between software development firms: A Shapley value based cooperative game. *IEEE Access*. 7:42859–42873. doi:10.1109/ACCESS.2019.2908459.
- Gao J, Yang X, dan Liu D. 2017. Uncertain Shapley value of coalitional game with application to supply chain alliance. *Applied Soft Computing Journal*. 56:551–556. doi:10.1016/j.asoc.2016.06.018.
- Gu F dan Yu X. 2022. Profit distribution mechanism of agricultural supply chain based on fair entropy. *PLoS One*. 17(7):1–16. doi:10.1371/journal.pone.0271693.
- Guo S dan Wang J. 2022. Profit distribution in IPD projects based on weight fuzzy cooperative games. *Journal of Civil Engineering and Management*. 28(1):68–80. doi:10.3846/jcem.2021.16156.
- Hayami Y, Kawagoe T, Morooka Y, Siregar M. 1987. *Agricultural Marketing and Processing in Upland Java: A Perspective From A Sunda Village*. Bogor, Indonesia.
- Hayat QS, Khan MSA, dan Gul B. 2020. Constraints framework for fair profit distribution in partnerships for Islamic deposits: A critical analysis of literature. *Global Social Sciences*

- Review. V III:431–444. doi:10.31703/gssr.2020(v-iii).46.
- Heo K dan Jung J. 2020. Operator-oriented peer-to-peer energy trading among residential customers in South Korea. Di dalam: *Proceedings of 2020 4th International Conference on Green Energy and Applications, ICGEA 2020*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. hlm 80–84.
- Hidayat S, Marimin, Suryani A, Sukardi, Yani M. 2012. Modifikasi metode Hayami untuk perhitungan nilai tambah pada rantai pasok agroindustri kelapa sawit. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 22(1):22–31.
- Hsu MC dan Soo VW. 2009. Fairness in cooperating multi-agent systems - using profit sharing as an example. Di dalam: *Multi-Agent Systems for Society: 8th Pacific Rim International Workshop on Multi-Agents, PRIMA 2005, Kuala Lumpur, Malaysia, September 26-28, 2005*. Volume 4078 LNAI. Springer, Berlin, Heidelberg. hlm 153–162.
- Jaya R, Machfud, Raharja S, Marimin. 2014. Analisis dan mitigasi risiko rantai pasok kopi Gayo berkelanjutan dengan pendekatan fuzzy. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 24(1):61–71.
- Liu S, Fucarino R, dan Papageorgiou LG. 2016. Fair transfer prices of global supply chains in the process industry. Di dalam: *Computational Management Science*. Volume ke-682. Switzerland: Springer International Publishing. hlm 141–149.
- Liu S dan Papageorgiou LG. 2018. Fair profit distribution in multi-echelon supply chains via transfer prices. *Omega (Westport)*. 80:77–94. doi:10.1016/j.omega.2017.08.010.
- lo Nigro G dan Abbate L. 2011. Risk assessment and profit sharing in business networks. *Int J Prod Econ*. 131(1):234–241. doi:10.1016/j.ijpe.2009.08.014.
- Sakawa M dan Nishizaki I. 2012. Interactive fuzzy programming for multi-level programming problems: A review. *International Journal Multicriteria Decision Making*. 2(3):241–266. doi:10.1504/IJMCDM.2012.047846.
- Septiani W, Marimin, Herdiyeni Y, Haditjaroko L. 2016. Risk dependency chain model of dairy agro-industry supply chain using fuzzy logic approach. *Supply Chain Forum*. 17(4):218–230. doi:10.1080/16258312.2016.1232945.
- Shapley LS. 1951. Notes on the n-person game -- II: The value of an n-person game. Santa Monica, California.
- Shapley LS. 1988. *The Shapley Value: Essays in Honor of Lloyd S. Shapley*. Roth AE, editor. Cambridge University Press.
- Shaw K, Shankar R, Yadav SS, Thakur LS. 2012. Supplier selection using fuzzy AHP and fuzzy multi-objective linear programming for developing low carbon supply chain. *Expert Syst Appl*. 39(9):8182–8192. doi:10.1016/j.eswa.2012.01.149.
- Suharjito S, Marimin M, Machfud M, Haryanto B, Sukardi S. 2010. Identifikasi dan evaluasi risiko manajemen rantai pasok komoditas jagung dengan pendekatan logika fuzzy. *Jurnal Manajemen dan Organisasi*. 1(2):118–134. doi:10.29244/jmo.v1i2.14157.
- Teng Y, Li X, Wu P, Wang X. 2019. Using cooperative game theory to determine profit distribution in IPD projects. *International Journal of Construction Management*. 19(1):32–45. doi:10.1080/15623599.2017.1358075.
- Wang G, Wong TN, dan Wang X. 2013. An ontology based approach to organize multi-agent assisted supply chain negotiations. *Comput Ind Eng*. 65(1):2–15. doi:10.1016/j.cie.2012.06.018.
- Xu K, Zhong Y, dan He H. 2014. Can P2P technology benefit eyeball ISPs? A cooperative profit distribution answer. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*. 25(11):2783–2793. doi:10.1109/TPDS.2013.267.
- Yager RR. 1981. A procedure for ordering fuzzy subsets of the unit interval. *Inf Sci (N Y)*. 24(2):143–161. doi:https://doi.org/10.1016/0020-0255(81)90017-7.
- Yoo D, Kim M, dan Kim S-J. 2019. An analysis of the fair profit distribution in the smart farm rental business using a Shapley-value approach. Di dalam: *2019 Agricultural & Applied Economics Association Annual Meeting*.
- Yue D dan You F. 2014. Fair profit allocation in supply chain optimization with transfer price and revenue sharing: MINLP model and algorithm for cellulosic biofuel supply chain. *AIChE Journal*. 60(9):3211–3229. doi:10.1002/aic.14511.