



Social Network Analysis Pergerakan Ternak Babi Terhadap Penyebaran Penyakit Classical Swine Fever atau Hog cholera di Kabupaten Sikka Pulau Flores Provinsi Nusa Tenggara Timur, Indonesia

Petrus Malo Bulu^{1*}, Ewaldus Wera¹, Margaretha Sikko²

¹Kupang State Agricultural Polytechnic, Jalan Profesor Dr.Herman Yohanes,
Kupang East Nusa Tenggara Province.

²Livestock Services, District of Sikka, Jalan Waiklau, Kota Maumere, Flores,
East Nusa Tenggara Province.

*Corresponding author's email: pmalobulu@yahoo.com

ABSTRACT

Classical Swine Fever (CSF) is a serious and highly infectious viral disease of both domestic pigs and wild boar. The disease was classified as a pestivirus within the family *Flaviviridae* that forms a group of economically important pathogens. This disease has become endemic in some districts in Nusa Tenggara Timur. However, it gained entry into the district of Sikka in 2016. This disease was suspected to gain entry into Sikka by the movements of pigs (pig trading). However, it was not certain how this disease introduced and transmitted into the region. This research was aimed to identify and analyze the movement of pigs through the trade chain as a pathway to spread the disease within farms in the district of Sikka.

A total of 57 respondents were interviewed in this study involved sellers and buyers in the markets (4 buyers and 4 sellers in each market-a total of 32 people), suppliers of pigs (10 people), and pig farmers as many as 5 respondents per village (3 villages selected purposively). A face-to-face interview was conducted to obtain information from the respondents.

The results of the study found that market sellers and buyers are actively moving through the market network, and therefore could potentially contribute to the spread of CSF in Sikka, if an outbreak occurred in the region. The in and out-degree values in the current study suggest that pigs were moving in and out of the areas through the movement of sellers and buyers.

This study also found that Node S5 plays a key role in transmitting information to all other nodes in the network of pigs in Sikka. This study also found that there was potential movement of pigs in different villages in Sikka through the directed links or ties, which could contribute to the transmission and spread of CSF.

Keywords: Social Network analysis, Classical Swine Fever, Pig, Kabupaten Sikka, Flores

PENDAHULUAN

Di Indonesia, penyakit Hog cholera telah menjadi sebuah masalah yang sangat serius khususnya bagi peternak babi dan pemerintah dan penyakit ini menyebar ke seluruh wilayah Indonesia termasuk NTT. Di Kabupaten Sikka, penyakit ini dicurigai masuk melalui lalulintas laut dari Kabupaten Lembata.



Belum ada data yang dipublikasi kapan penyakit ini masuk ke Kabupaten Sikka, namun dari komunikasi lisan dengan dokter hewan setempat bahwa penyakit tersebut mulai mewabah sekitar tahun 2017.

Perdagangan ternak babi dari peternakan babi lain dan pasar membawa resiko yang tinggi terhadap masuknya infeksi virus Hog cholera ke dalam populasi (Beals *et al.* 1970). Pergerakan atau lalulintas perdagangan ternak babi menjadi sarana yang cukup efektif dalam perpindahan penyakit hewan khususnya CSF dari satu tempat ke tempat lain atau dari satu ternak ke ternak babi yang lainnya.

Salah satu metode untuk menyelidiki pergerakan hewan hidup adalah melalui analisis jaringan (Nöremark *et al.* 2011). Analisis jejaring sosial (SNA) telah digunakan untuk menggambarkan hubungan antara unsur-unsur dalam suatu kelompok atau jaringan (Wasserman 1994), di mana jejaring sosial adalah istilah yang merujuk pada unsur-unsur dalam suatu kelompok yang mungkin atau mungkin tidak terkait (Wasserman 1994). Analisis jaringan sosial telah menjadi metode yang semakin populer dalam epidemiologi veteriner untuk menyelidiki pergerakan hewan (Li *et al.* 2007, Green *et al.* 2009). Ini memiliki keuntungan besar jika dibandingkan dengan pendekatan analitis lainnya: kemampuan untuk menangani hubungan yang dua arah, seperti kontak antara individu, perdagangan, atau gerakan hewan (Martínez-López *et al.* 2009). Dalam kedokteran hewan preventif, SNA adalah pendekatan yang menawarkan manfaat untuk mengeksplorasi sifat dan luasnya kontak antara hewan atau peternakan, yang pada akhirnya mengarah pada pemahaman yang lebih baik tentang potensi risiko penyebaran penyakit dalam populasi yang rentan (Martínez-López *et al.* 2009). Ketika SNA diterapkan pada epidemiologi, biasanya diasumsikan bahwa hubungan antar simpul jaringan bersifat statis dan oleh karena itu merepresentasikan kontak tetap dan persisten selama periode infeksi individu (Nickbakhsh *et al.* 2013). Di sektor hewan, telah digunakan untuk: mencirikan pola pergerakan hewan dalam kaitannya dengan epidemi penyakit mulut dan kuku (PMK) di Inggris pada tahun 2001 (Ortiz-Pelaez *et al.* 2006); menggambarkan jaringan perpindahan ternak di Italia pada tahun 2007 (Natale *et al.* 2009); dan mengkarakterisasi jaringan pergerakan ternak dan babi di Denmark untuk mengevaluasi potensi risiko penyebaran penyakit (Bigras-Poulin *et al.* 2007). Dengan memahami paradigma jaringan sosial, serangkaian konsep dan metode dapat dikembangkan untuk mempelajari struktur populasi dimana agen infeksi ditularkan selama kontak pribadi yang dekat dan memungkinkan kesempatan untuk mengembangkan program pengendalian penyakit yang lebih baik (Klovdahl *et al.* 1994). Untuk Penelitian ini, pendekatan ini akan membantu untuk memahami bagaimana babi bergerak dari satu tempat ke tempat lain melalui aksi penjual dan pembeli. Gerakan seperti itu memfasilitasi penyebaran infeksi dan memahami gerakan ini dapat membantu dalam pengembangan metode untuk mengendalikan masuk dan menyebarnya penyakit tersebut. Karena itu,



perpindahan babi melalui pasar berpotensi penting dalam pengenalan, penyebaran, dan sirkulasi Classical swine fever. Namun, sebelum Penelitian saat ini sedikit yang diketahui oleh komunitas peneliti tentang rantai pasar babi di Kabupaten Sikka. Penelitian ini dirancang untuk menggambarkan dan menilai pergerakan dan pola perdagangan babi di Kabupaten Sikka, untuk memberikan wawasan tentang bagaimana babi hidup diperdagangkan dan bagaimana CSF berpotensi ditularkan melalui pergerakan mereka.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Sikka, karena kabupaten tersebut merupakan salah satu kabupaten yang berbatasan dengan Flores Timur yang merupakan pintu masuk penyakit CSF dari Lembata. Kabupaten Lembata dicurigai sebagai sumber penyakit CSF untuk daratan Flores karena penyakit tersebut terjadi lebih dahulu di wilayah tersebut sebelum Kabupaten lain di daratan Flores terinfeksi.

Rancangan penelitian dan Analysis Data

Rancangan Penelitian

Sebanyak 57 responden diwawancarai dalam penelitian ini melibatkan penjual dan pembeli di pasar (4 pembeli dan 4 penjual pada setiap pasar-total 32 orang), para suplier ternak babi (10 orang), dan peternak babi sebanyak 5 responden tiap desa (3 desa yang dipilih secara purposif). Wawancara tatap muka dilakukan untuk mendapatkan informasi dari pata responden.

Kuisioner terstruktur digunakan dalam wawancara tatap muka dengan peternak. Dalam mengumpulkan data ini, staf dinas peternakan setempat diikutkan untuk memudahkan komunikasi antar peternak dan peneliti dalam memperoleh data yang dibutuhkan terutama apabila terdapat peternak yang masih menggunakan bahasa lokal setempat.

Transportasi ternak babi dari tempat asal (peternakan atau pasar) ke tujuan (peternakan atau pasar) didefinisikan sebagai pergerakan dan arah (seperti dari pasar ke desa atau desa ke pasar) pergerakan babi didefinisikan sebagai hubungan/link. Setiap responden diminta untuk menyebutkan pasar dan desa serta kabupaten dimana babi berasal atau tujuan akhir dari ternak babi. Setiap desa, pasar dan kecamatan atau kabupaten yang disebutkan atau yang terhubung dihitung sebagai node/ aktor pada jaringan tersebut sehingga total node/aktor dalam jaringan menjadi 82.

ANALISIS DATA

Data dari survey (pembeli dan penjual) awalnya dimasukan ke dalam spread sheet excel (Microsoft excel[®] for Mac 2011 version 14). Kemudian



dieksplor ke dalam Ucinet (version 6.579 Analytic Technologies, <http://www.analytictech.com/products.htm>) untuk selanjutnya dilakukan analisa jaringan social (social network analysis). Jaringan pergerakan babi dianalisa menggunakan metode jaringan sosial (Wasserman, 1994; Scott, 2012).

Data pembelian ternak babi digunakan untuk membuat sebuah “directed network” pergerakan babi oleh pembeli dan penjual di dalam dan atau keluar Kabupaten Sikka. NetDraw (version 2.153 Analytic Technologies, <http://www.analytictech.com/products.htm>) digunakan untuk mengilustrasikan Jaringan sebagaimana dijabarkan oleh Borgatti (2002). Ucinet digunakan untuk mengukur “connectedness dari aktor”, (lokasi) di dalam network, the in-degree (jumlah babi yang berakhir pada aktor) dan out-degree (jumlah babi yang berasal dari node) untuk setiap aktor pada jaringan babi, dan juga cohesion dari jaringan termasuk “geodesic distance” serta “clustering coefficient” untuk memahami Jarak dan seberapa terhubungnya aktor-aktor dalam jaringan (Borgatti *et al.*, 2002).

Tabel 1. Parameter yang dianalisis pada pergerakan ternak babi antar pasar dan peternakan di Kab Sikka.

Parameter	Definitions	Source
Size of Network (ukuran jaringan) Jumlah nodes/aktor	Total jumlah anggota jaringan, ‘unit of interest’ dalam sebuah jaringan	(Aznar <i>et al.</i> 2011, Dubé <i>et al.</i> 2009, Martínez-López <i>et al.</i> 2009)
Densitas Jaringan Densitas (langsung) Jumlah hubungan langsung (directed links)	Jumlah ikatan dalam jaringan diekspresikan sebagai proporsi dari jumlah semua kemungkinan ikatan yang dapat terjadi. Jumlah total hubungan antara aktor	(Aznar <i>et al.</i> 2011, Izquierdo and Hanneman 2006)
Degree of Nodes (Measure of centrality)	Hitungan (jumlah) kontak yang diterima oleh sebuah aktor, atau aktor yang mendapat kontak terbanyak.	(Wey <i>et al.</i> 2008, Martínez-López <i>et al.</i> 2009)
In-degree	Jumlah resipien yang mendapat ternak babi dari pasar atau peternakan tertentu.	(Dubé <i>et al.</i> 2009, Wey <i>et al.</i> 2008)
Out-degree	Perlu untuk nilai in- dan out-degree value dinormalisasi untuk perbandingan dengan jaringan lain.	(Aznar <i>et al.</i> 2011)
Normalized in- and out-degree	Perkiraan deviasi untuk nilai tertinggi In-degree dari nilai yang dihitung untuk semua aktors dalam jaringan.	(Aznar <i>et al.</i> 2011)
In-degree centralization	Perkiraan deviasi untuk nilai tertinggi Out-degree dari nilai yang dihitung untuk semua aktor dalam jaringan.	(Aznar <i>et al.</i> 2011)
Out-degree centralization		



Network diameter	Total jumlah ikatan dalam jalur terpanjang antara 2 aktor.	(Aznar <i>et al.</i> 2011, Martínez-López <i>et al.</i> 2009, White and Borgatti 1994)
Betweenness centrality	Aktor dimana informasi lebih mungkin masuk daripada aktor lainnya.	(Molano and Polo 2015, Bouttier <i>et al.</i> , White and Borgatti 1994, Borgatti and Everett 1997)
Cohesion Geodesic distance	Jalur tersingkat antara dua nodus	(Narayanan <i>et al.</i> 1983, Scott 2012, Hanneman and Riddle 2005b)
Clustering Coefficient	Clustering coefficient mengukur seberapa terhubungnya tetangga terhadap yang lainnya	(Dubé <i>et al.</i> 2009)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Social Network Analysis untuk pergerakan babi pada Pasar dan desa di Kabupaten Sikka.

Tabel 2. Parameter yang dihitung pada Social Network Analysis dari Pergerakan Ternak babi

Parameter	Values
Network Size^a	
Jumlah peternak	47
Jumlah Pasar	6
Jumlah suplayer	10
Jumlah Desa	16
Jumlah Kabupaten Selain Sikka yang terlibat	3
Number of directed links (ties) ^b	793
Average density ^d	12%
Diameter ^e	7
Eigenvector (SD)	0.07(0.09)
Measure of Centrality	
Mean In-degree (Standard deviation/SD) ^f	9.67 (5,17)
Mean Out-degree (SD) ^g	9.67 (4,70)
Normalised Out-degree (SD) ^h	11.94 (5.80)
Normalised In-degree (SD) ⁱ	11.94 (6.38)
In-degree centralization ^j	11,66%
Out-degree centralization ^k	16,66%

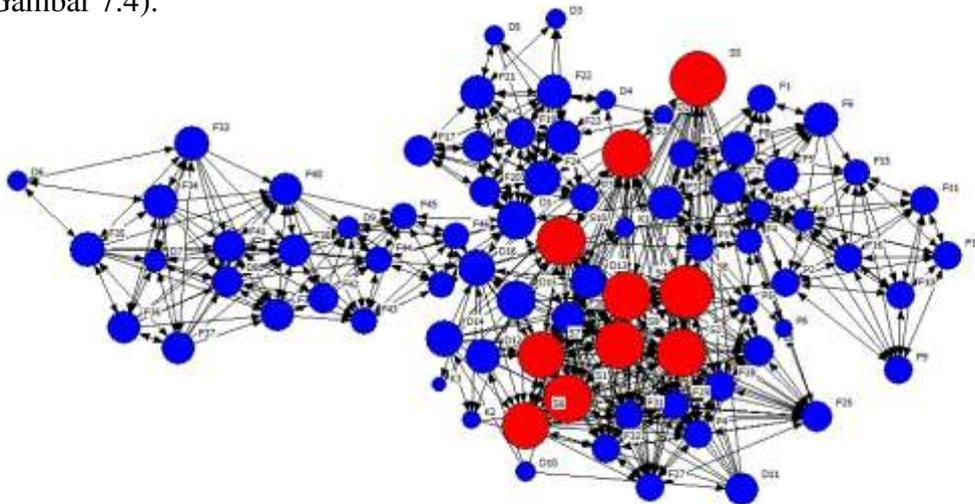


Betweenness centrality (with the highest value) ^l	
D1	1532
F3	823
S5	273
P2	205
K1	175
Measure of Cohesion	
Density (SD) ^m	0.12 (0.32)
Average geodesic distance (SD) ⁿ	2.94 (1.26)
Clustering Coefficient	
Overall clustering coefficient ^o	0.61

- a. Jumlah aktor - jumlah total aktor pada jaringan.
- b. Jumlah tautan terarah - jumlah total hubungan yang dibuat antar aktor.
- c. Ukuran - jumlah total dari pasangan simpul unik yang mungkin
- d. Density - jumlah ikatan yang direalisasi dibagi dengan jumlah kemungkinan ikatan dalam jaringan
- e. Diameter - jumlah tautan dalam jalur terbesar yang mungkin di antara dua aktor.
- f. Mean In-degree - jumlah kontak yang diterima oleh sebuah aktor (bergerak ke suatu lokasi).
- g. Mean Out-degree - jumlah kontak dari suatu simpul (perpindahan dari suatu lokasi).
- h. Derajat Normalisasi - jumlah kontak ke suatu simpul dibagi dengan jumlah maksimum dari kemungkinan kontak.
- i. Normalisasi Out-degree - jumlah kontak dari suatu simpul dibagi dengan jumlah maksimum dari kemungkinan kontak.
- j. Sentralisasi in-degree - perkiraan penyimpangan nilai In-degree terbesar dari nilai yang dihitung untuk semua aktor lain dalam jaringan.
- k. Sentralisasi out-degree - perkiraan penyimpangan nilai Out-degree terbesar dari nilai yang dihitung untuk semua aktor lain dalam jaringan.
- l. Sentralitas antara - Ini mencerminkan jumlah kontrol yang diberikan aktor ini atas interaksi aktor lain dalam jaringan.
- m. Density - proporsi semua kontak yang dapat hadir yang sebenarnya.
- n. Rata-rata jarak geodesik - panjang jalur terpendek antara dua aktor.
- o. Koefisien pengelompokan keseluruhan- rasio N / M , di mana N adalah jumlah tepi antara tetangga n , dan M adalah jumlah maksimum tepi yang mungkin ada di antara tetangga n .

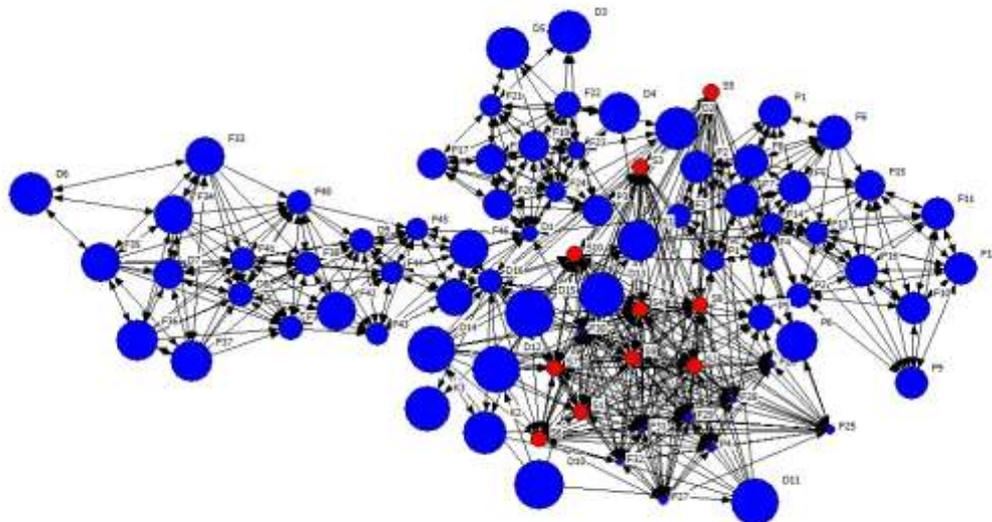
Keseluruhan Jaringan (network) yang mewakili pergerakan babi terdiri dari oleh 6 aktor (untuk pasar), 47 aktor (untuk peternak), 4 aktor (untuk pasar) dan 3 aktor (untuk Kabupaten) serta 10 aktor (untuk suplayer) dengan total 82 aktor (Table 2).

Nilai In dan Out-Degree menunjukkan bahwa aktor S5 (pemasok 5) memiliki normalized out-degree tertinggi. Aktor ini dianggap sebagai yang paling berpengaruh, dan mewakili potensi risiko tinggi dalam penyebaran penyakit ke aktor lain. Babi dari penjual ini ditemukan diangkut ke penjual dan pembeli lain dan pasar di Kabupaten Sikka. Nilai out-degree tertinggi ditemukan pada aktor S5, artinya aktor ini memainkan peran penting dalam menyebarkan informasi ke semua aktor lain dalam jaringan (Gambar 7.3). Aktor S5 dan aktor D1 ditemukan memiliki nilai In-Degree tertinggi dari aktor lainnya, menunjukkan bahwa kedua aktor ini memiliki potensi lebih besar untuk terinfeksi daripada aktor lainnya (Gambar 7.4).



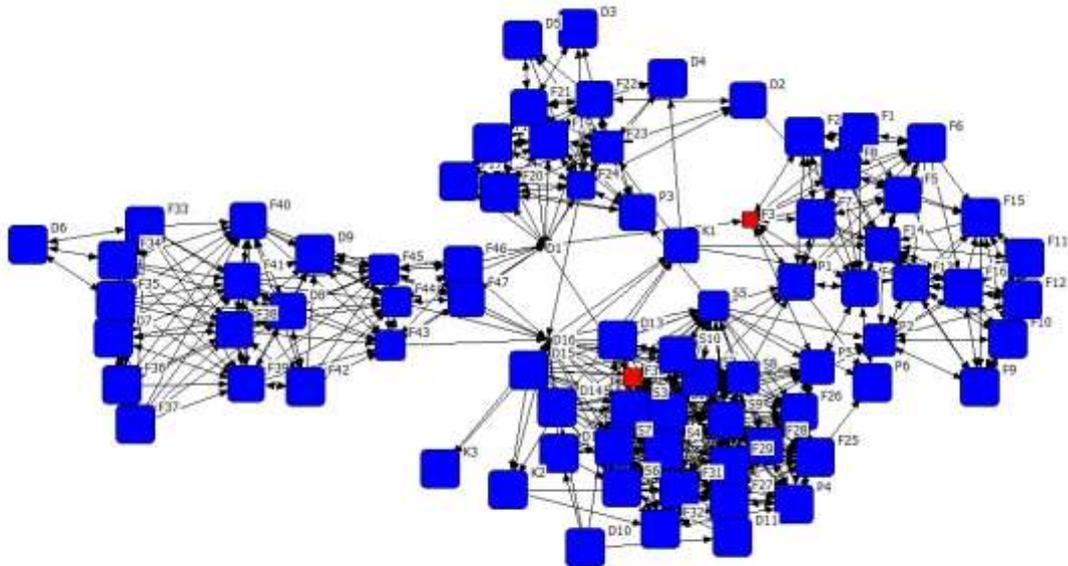
Gambar 2. Jaringan Pergerakan Babi berdasarkan Nilai Out-Degree

Ukuran aktor/nodus mengindikasikan nilai Out-Degreenya (Nodus yang lebih besar menunjukkan nilai Out-degree yang lebih tinggi). Ketebalan kepala anak panah menunjukkan kekuatan ikatan atau hubungannya (semakin tebal kepala anak panah semakin kuat hubungan atau ikatan antara aktor-aktor atau nodus-nodus itu).



Gambar 3. Jaringan Pergerakan Babi berdasarkan nilai In-Degree

Lingkaran biru adalah aktor dengan nilai In-Degree rendah, lingkaran atau bulatan merah menunjukkan nilai In-degree tertinggi.



Gambar 4. Jaringan Pergerakan Babi di Kabupaten Sikka berdasarkan Nilai Betweenness Centrality.

Dari Gambar 2 dan Tabel 3 dapat dilihat bahwa aktor S5 memiliki nilai Out –Degree 23 dan In-Degree tertinggi yakni 15, menunjukkan dalam derajat yang tinggi bahwa ternak babi masuk ke dan keluar dari aktor ini. Empat aktor ditemukan memiliki nilai Betweenness centrality tertinggi dengan nilai rata-rata 112,5 (SD 247,4). Aktor D1, D16, F3 dan F30 memiliki derajat Betweenness centrality tertinggi masing-masing 1532,4, 1265.1, 823.5, dan 738.1, yang berarti bahwa mereka memiliki kontrol paling besar atas informasi dan komunikasi pada jaringan perdangan ternak babi di daerah tersebut (Gambar 4).

Sehubungan dengan ukuran Kohesi, rata-rata *Geodesic distance* ditemukan sekitar 3, menunjukkan gerakan terlokalisasi dengan babi bergerak antara dua nodus atau aktor berturut-turut, umumnya nodus/aktor tetangga dalam area yang sama (desa / kecamatan). Jaringan babi di Sikka dapat diklasifikasikan sebagai memiliki keterhubungan yang tinggi dengan Overall clustering coefficient yakni 0,61 (Tabel 2).

Pergerakan ternak babi melalui pergerakan pembeli dan penjual di Kabupaten Sikka tercatat berasal dari luar Kabupaten Sikka antara lain dari Kabupaten Ngada, Ende dan Flores Timur. Lalulintas ternak babi melalui pergerakan penjual dan pembeli di Kabupaten Sikka disajikan pada Gambar 5.



Selain itu, skor densitas 1 menunjukkan bahwa semua node dalam jaringan secara langsung terkait satu sama lain, sebaliknya skor densitas 0 menunjukkan jaringan sepenuhnya terputus (Prell *et al.* 2009). Kepadatan jaringan (network density) dalam penelitian ini di Sikka (0,12) tergolong rendah, menunjukkan koneksi rendah atau hubungan anggota jaringan babi (jaringan penjual dan pembeli). Jadi, jika wabah memang terjadi, kecil kemungkinannya untuk dapat menjangkau seluruh populasi dengan cepat (Keeling and Eames 2005) dari titik awal di Sikka. Ini berarti bahwa dengan menerapkan program kontrol lebih awal setelah deteksi penyakit mungkin dapat mencegah penyebaran penyakit secara luas di Sikka.

Nilai In dan Out Degree dalam penelitian saat ini menunjukkan bahwa babi bergerak masuk dan keluar dari daerah melalui pergerakan penjual dan pembeli. Out-Degree biasanya merupakan ukuran seberapa besar pengaruh ikatan atau hubungan dalam jaringan (Hanneman and Riddle 2005a). Jika terjadi wabah, node/ aktor dengan skor Out-degree tertinggi memiliki potensi untuk menyebarkan penyakit secara luas (Aznar *et al.* 2011). Penelitian ini menemukan bahwa Node/aktor S5 memiliki nilai Out-degree tertinggi, menunjukkan bahwa node/aktor ini memainkan peran kunci dalam mentransmisikan informasi ke semua node/aktor lain dalam jaringan babi di Sikka. Ini berarti bahwa node/aktor ini memiliki potensi untuk menyebarkan penyakit ke node lain jika wabah terjadi, dan karenanya sumber daya tambahan harus disediakan untuk memantau node/aktor ini dan mengendalikan penyakit apa pun yang terjadi di dalamnya.

Aktor yang sangat sentral dalam hal Lalulintas keluarannya ternak babi juga merupakan aktor sentral dalam lalulintas masuknya ternak babi, menunjukkan kemungkinan tinggi serangan penyakit dari lalulintas masuk (Natale *et al.* 2009).

Penelitian ini juga menemukan bahwa ada potensi perpindahan babi di desa-desa yang berbeda di Sikka melalui hubungan atau ikatan yang terarah, yang dapat berkontribusi pada penyebaran dan penyebaran CSF. Sehubungan dengan penularan penyakit, ikatan atau interaksi antara penjual dan pembeli penting untuk menghubungkan berbagai kelompok sehingga informasi dapat menyebar ke seluruh populasi (Granovetter 1983). Selain itu, orang menyampaikan rumor, informasi, atau penyakit ketika mereka berinteraksi dengan orang lain yang kemudian memberikan sumber ini (resiko) kepada orang lain melalui hubungan atau kontak mereka (Moody 2002). Ini menunjukkan bahwa CSF berpotensi menyebar melalui pergerakan dan kontak ternak babi dan pedagang dan/atau penjual di wilayah tersebut karena adanya interaksi antara penjual dan pembeli.

Mengenai *Betweenness centrality*, empat node memiliki nilai tertinggi, yang menunjukkan bahwa semua aktor lain (penjual/pembeli) akan melalui aktor ini, karena mereka adalah aktor atau orang yang paling sentral dan berpengaruh dalam jaringan (Narayanan 2005). Ini menunjukkan bahwa jika CSF memasuki Sikka, penyakit tersebut akan melewati aktor-aktor ini sebelum masuk dan ditularkan melalui jaringan. Karenanya, mengidentifikasi ikatan atau hubungan ini



sangat penting untuk mengendalikan penyakit dan menargetkan kegiatan dan dana yang dibutuhkan untuk pengawasan penyakit ini.

Hasil dari *Geodesic distance* dalam penelitian ini menyarankan pergerakan babi yang terlokalisasi antara rata-rata dua aktor berturut-turut. Ini menunjukkan sejumlah hubungan dalam jalan terpendek yang mungkin (jarak/jarak berjalan kaki) dari satu aktor ke aktor lainnya untuk data jaringan yang terarah dan tidak terarah; dan ketika geodesic distance suatu jaringan kecil, informasi tersebut dapat berjalan sangat cepat dalam jaringan (Hanneman and Riddle 2005a). Ini menunjukkan seberapa cepat penyakit ini menyebar dalam populasi, yang berarti bahwa jika wabah CSF terjadi di Sikka, ia dapat menyebar dengan cepat tetapi secara lokal ke dua hingga tiga peternakan, seperti yang ditunjukkan oleh perpindahan babi yang terlokalisasi antara dua aktor berturut-turut.

Dalam penelitian ini, clustering coefficient keseluruhan jaringan 0,61 adalah tinggi. Clustering coefficient adalah jumlah hubungan timbal balik yang ada di antara semua node yang terhubung langsung ke satu simpul minat tertentu (Bollobás and Riordan 2003). Tingginya Clustering coefficient di Sikka menunjukkan hubungan timbal balik yang rendah antara node, yang berarti bahwa penjual atau pembeli saling kenal, dan hubungan di antara mereka tinggi, menyiratkan bahwa jika wabah CS terjadi di Sikka itu akan menyebar dengan cepat. Dubé *et al.* (2009) menggarisbawahi bahwa jika semua kepemilikan/peternakan/kawanan terhubung satu sama lain, maka satu kelompok kohesif besar terjadi dan jaringan terhubung penuh yang memang berlaku untuk penelitian ini. Memahami pergerakan babi melalui rantai pasar adalah penting dalam memprediksi penularan CSF di suatu wilayah dan penelitian ini memberikan informasi tentang potensi penularan penyakit melalui jaringan penjual dan pembeli. Namun sangat penting bahwa risiko masuknya penyakit juga perlu dipahami.

KESIMPULAN

Analisis jejaring sosial ini menyediakan alat yang berguna untuk memahami pergerakan dan pola perdagangan babi di Kabupaten Sikka. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa penyakit itu akan menyebar ke seluruh jaringan pasar. Oleh karena itu, langkah-langkah pengendalian harus diterapkan pada jalur antara pasar dan rumah-rumah yang memiliki unggas untuk mengendalikan CSF dan untuk mencegah penyebaran ke semua populasi babi di Sikka.

SARAN

Meskipun hubungan atau jaringan (penjual dan pembeli unggas) tidak semuanya terhubung, disarankan agar perhatian khusus diberikan pada pola perdagangan dan pergerakan babi antara pasar dan desa (terutama rumah tangga), karena ada potensi perpindahan babi dari pasar. ke pasar dan dari pasar ke peternakan rakyat di desa-desa.



ACKNOWLEDGEMENT

Penelitian ini terselenggara atas kerjasama Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Pertanian Negeri Kupang dan Dinas Pertanian Kabupaten Sikka. Dana penelitian ini bersumber dari Dana Penelitian Swadana Skema Penelitian Dasar Terapan PNPB Tahun 2019 Nomor Kontrak: 04/P2M/DIPA.042.01.2.401014/2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Aznar, M N, M A Stevenson, L Zarich, and E A León. 2011. "Analysis of cattle movements in Argentina, 2005." *Preventive Veterinary Medicine* 98 (2-3):119-27. doi: 10.1016/j.prevetmed.2010.11.004.
- Bigras-Poulin, Michel, Kristen Barfod, Sten Mortensen, and Matthias Greiner. 2007. "Relationship of trade patterns of the Danish swine industry animal movements network to potential disease spread." *Preventive Veterinary Medicine* 80 (2-3):143-165. doi: 10.1016/j.prevetmed.2007.02.004.
- Bollobás, Béla, and Oliver M Riordan. 2003. *Mathematical Results on Scale-Free Random Graphs*. 1st ed, *Handbook of Graphs and Networks: From the Genome to the Internet*. Germany: John Wiley & Sons.
- Borgatti, Stephen P., and Martin G. Everett. 1997. "Network analysis of 2-mode data." *Social Networks* 19 (3):243-269. doi: 10.1016/S0378-8733(96)00301-2.
- Bouttier, Jérémie, P Di Francesco, and E. Guitter. "Geodesic distance in planar graphs." *Nuclear Physics B* 663 (3):535–567.
- Dubé, C, C Ribble, D Kelton, and B McNab. 2009. "A review of network analysis terminology and its application to foot-and-mouth disease modelling and policy development." *Transboundary and Emerging Diseases* 56 (3):73-85. doi: 10.1111/j.1865-1682.2008.01064.x.
- Granovetter, Mark. 1983. "The strength of weak ties: A network theory revisited." *Sociological Theory* 1 (1):201-233.
- Green, Darren Michael, Alison Gregory, and Lorna Ann Munro. 2009. "Small-and large-scale network structure of live fish movements in Scotland." *Preventive Veterinary Medicine* 91 (2):261-269.
- Hanneman, Robert A, and Mark Riddle. 2005a. "Introduction to Social Network Methods." In: University of California Riverside (published in digital form at <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>).
- Hanneman, Robert A, and Mark Riddle. 2005b. Introduction to Social Network Methods. University of California Riverside.
- Izquierdo, Luis R, and Robert A Hanneman. 2006. "Introduction to the formal analysis of social networks using mathematica." *University of California, Riverside*.
- Keeling, Matt J, and Ken TD Eames. 2005. "Networks and epidemic models." *Journal of the Royal Society Interface* 2 (4):295-307.
- Klov Dahl, Alden S, John J Potterat, Donald E Woodhouse, John B Muth, Stephen Q Muth, and William W Darrow. 1994. "Social networks and infectious disease: The Colorado Springs study." *Social Science & Medicine* 38 (1):79-88.



- Li, Jing, Jing-fei Wang, Chun-yan Wu, Yan-tao Yang, Zeng-tao Ji, and Hong-bin Wang. 2007. "Establishment of a Risk Assessment Framework for Analysis of the Spread of Highly Pathogenic Avian Influenza." *Agricultural Sciences in China* 6 (7):877-881. doi: 10.1016/S1671-2927(07)60125-4.
- Makagon, Maja M., Brenda McCowan, and Joy A. Mench. 2012. "How can social network analysis contribute to social behavior research in applied ethology?" *Applied animal behaviour science* 138 (3-4):152-161.
- Martínez-López, B., A. M. Perez, and J. M. Sánchez-Vizcaíno. 2009. "Social Network Analysis. Review of General Concepts and Use in Preventive Veterinary Medicine." *Transboundary and Emerging Diseases* 56 (4):109-120. doi: 10.1111/j.1865-1682.2009.01073.x.
- Moennig, V., G. Floegel-Niesmann, and I. Greiser-Wilke. 2003. "Clinical signs and epidemiology of classical swine fever: a review of new knowledge." *Vet J* 165 (1):11-20. doi: S1090023302001120 [pii].
- Molano, Sandra, and Andres Polo. 2015. "Social Network Analysis in a Learning Community." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 185:339-345. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.03.381>.
- Moody, James. 2002. "The importance of relationship timing for diffusion." *Social Forces* 81 (1):25-56.
- Narayanan, I., K. Prakash, and V. V. Gujral. 1983. "Bacteriological analysis of expressed human milk and its relation to the outcome of high risk low birth weight infants." *Indian Pediatrics* 20 (12):915-920.
- Narayanan, Shivaram. 2005. "The betweenness centrality of biological networks." Doctoral (Doctoral Dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University), Google Scholar.
- Natale, Fabrizio, Armando Giovannini, Lara Savini, Diana Palma, Luigi Possenti, Gianluca Fiore, and Paolo Calistri. 2009. "Network analysis of Italian cattle trade patterns and evaluation of risks for potential disease spread." *Preventive Veterinary Medicine* 92 (4):341-350.
- Nickbakhsh, Sema, Louise Matthews, Jennifer E. Dent, Giles T. Innocent, Mark E. Arnold, Stuart W. J. Reid, and Rowland R. Kao. 2013. "Implications of within-farm transmission for network dynamics: Consequences for the spread of avian influenza." *Epidemics* 5 (2):67-76. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.epidem.2013.03.001>.
- Nöremark, Maria, Nina Håkansson, Susanna Sternberg Lewerin, Ann Lindberg, and Annie Jonsson. 2011. "Network analysis of cattle and pig movements in Sweden: measures relevant for disease control and risk based surveillance." *Preventive Veterinary Medicine* 99 (2):78-90.
- Ortiz-Pelaez, A, DU Pfeiffer, RJ Soares-Magalhaes, and FJ Guitian. 2006. "Use of social network analysis to characterize the pattern of animal movements in the initial phases of the 2001 foot and mouth disease (FMD) epidemic in the UK." *Preventive Veterinary Medicine* 76 (1):40-55.
- Prell, Christina, Klaus Hubacek, and Mark Reed. 2009. "Stakeholder analysis and social network analysis in natural resource management." *Society and Natural Resources* 22 (6):501-518.
- Scott, John. 2012. *Social network analysis A Handbook*. Second ed. London: Sage.



- Wasserman, Stanley. 1994. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Vol. 8: Cambridge University Press.
- Wey, Tina, Daniel T Blumstein, Weiwei Shen, and Ferenc Jordán. 2008. "Social network analysis of animal behaviour: a promising tool for the study of sociality." *Animal behaviour* 75 (2):333-344.
- White, Douglas R., and Stephen P. Borgatti. 1994. "Betweenness centrality measures for directed graphs." *Social Networks* 16 (4):335-346.