

Visualisasi Co-Authorship Peneliti IPB Menggunakan Metode Chi

Visualization of Co-Authorship between IPB's Researcher Using Chi's Method

AYUNI ARFINA¹, HUSNUL KHOTIMAH^{1*}

Abstrak

Institut Pertanian Bogor merupakan salah satu universitas yang memiliki jumlah peneliti dan publikasi yang banyak di Indonesia. Publikasi menjadi salah satu faktor penilaian bagi suatu universitas. Setiap tahunnya, peneliti di IPB didorong untuk menghasilkan publikasi, baik dalam bentuk jurnal, prosiding, makalah, buku, dan lain sebagainya. Salah satu lembaga kredibel yang menjadi tujuan publikasi peneliti adalah Scopus. Sampai tahun 2017, terdapat 3701 publikasi dengan afiliasi dari IPB di Scopus dalam bentuk tabular. Data tersebut sangat berguna jika dilakukan analisis *co-authorship* untuk melihat produktivitas dari setiap peneliti. Oleh karena itu dibutuhkan suatu metode penyajian data untuk menyampaikan informasi secara lebih efektif yaitu dengan teknik visualisasi. Penelitian ini telah menghasilkan sistem informasi untuk visualisasi *co-authorship* peneliti IPB dengan metode Chi. Visualisasi *co-authorship* peneliti IPB berupa graf, dengan *node* merepresentasikan peneliti dan *edge* merepresentasikan hubungan peneliti berdasarkan kerjasama publikasi yang telah dilakukan. Ukuran *node* menunjukkan jumlah publikasi setiap peneliti, warna *node* menunjukkan afiliasi peneliti, dan warna *edge* menunjukkan banyaknya publikasi yang dilakukan bersama. Sistem informasi yang telah dihasilkan dapat melakukan pencarian nama peneliti, *select node* untuk melihat informasi dari peneliti, *filter* graf berdasarkan afiliasi, dan melakukan *zoom in* atau *zoom out* pada graf.

Kata Kunci: *co-authorship*, IPB, peneliti, sistem informasi, visualisasi

Abstract

Bogor Agricultural University is one of the universities that has a large number of researchers and publications in Indonesia. Publication becomes one of the assessment factors for a university. Each year, researchers at IPB are encouraged to produce publications, whether in the form of journals, proceedings, papers, books, and so forth. One of the credible institutions that became the publication goal of the researcher is Scopus. Until 2017, there are 3701 publications with affiliation from IPB in Scopus in tabular form. The data will be very useful if it is analyzed about *co-authorship* to see the productivity of each researcher. Therefore it takes a method of presenting data to convey information more effectively that is with visualization techniques. This research has produced information system for visualization of *co-authorship* of IPB researchers with Chi's method. The visualization of the *co-authorship* of IPB researchers in the form of graphs, with nodes representing researchers and edges representing the relationship of researchers based on the publication cooperation that has been done. The size of node shows the number of publications of each researcher, the color of node indicates the researcher's affiliation, and the color of edge indicates the number of publications carried out together. The information system that has been generated can search the researcher's name, *select node* to view the information from the researcher, *filter* graph based on affiliate, and *zoom in* or *zoom out* on the graph.

Keywords: *co-authorship*, IPB, researchers, information systems, visualization

PENDAHULUAN

Institut Pertanian Bogor (IPB) merupakan salah satu universitas yang memiliki kualitas penelitian dan publikasi terbaik di Indonesia. Berdasarkan klasifikasi dan pemeringkatan perguruan tinggi Indonesia dalam bidang kualitas penelitian dan publikasi oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia (Kemendiknas) 2015, IPB berada pada urutan kedua setelah ITB. IPB juga merupakan salah satu universitas yang

¹Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

*Penulis Korespondensi: Surel: husnulhkh@gmail.com

menghasilkan jumlah *paper* terbesar di Indonesia. Berdasarkan data dari Scopus, IPB sudah memiliki 3701 hasil penelitian sejak tahun 1974 hingga 2018.

Peneliti seringkali melakukan kolaborasi dengan peneliti lain dalam melakukan penelitian. Selama ini informasi data peneliti hanya disajikan dalam bentuk teks dan tabular. Hal ini membuat data menjadi sulit untuk dianalisis karena membutuhkan waktu yang lebih lama untuk memahami keseluruhan dalam bentuk teks (Uchida *et al.* 2009). Jumlah peneliti yang cukup banyak di IPB juga menjadi salah satu faktor data dalam bentuk tabular sulit untuk dianalisis. Salah satu hal yang penting untuk dianalisis terkait peneliti adalah hubungan *co-authorship network*-nya. *Co-authorship network* dapat digunakan untuk melihat dan menganalisis produktivitas dari setiap peneliti. Analisis akan lebih mudah dilakukan apabila data disajikan dalam bentuk lain yang lebih efektif. Oleh karena itu dibutuhkan suatu metode penyajian data untuk menyampaikan informasi secara efektif agar data lebih mudah untuk dianalisis. Salah satu caranya yaitu visualisasi. Visualisasi dapat memberikan kemampuan untuk memahami data lebih cepat dalam jumlah yang besar, dibandingkan dengan penyajian data dalam bentuk teks ataupun gambar statis (Mazza 2009). Visualisasi tersebut dapat digunakan untuk memahami hubungan *co-authorship network* peneliti IPB.

Penelitian-penelitian yang pernah dilakukan, antara lain penelitian Samad (2016) dan Umadevi (2013). Keunggulan dari penelitian Samad (2016) yaitu menghasilkan visualisasi graf yang disajikan dalam sebuah *website*. Penelitian Samad (2016) bertujuan untuk memberikan informasi data keterhubungan karakteristik varietas kedelai dan atribut tahun varietas kedelai. Keunggulan dari penelitian Umadevi (2013) yaitu menghasilkan graf yang menunjukkan hubungan antar peneliti dengan ukuran pusat yang berbeda berdasarkan hasil dari beberapa analisis yaitu *degree centrality*, *betweenness*, *closeness*, dan *eigenvector centrality*. Pada penelitian Umadevi (2013) *node* menunjukkan peneliti, dan *edge* menunjukkan hubungan dari dua peneliti yang berkolaborasi.

Penelitian Samad (2016) dan penelitian Umadevi (2013) akan digunakan sebagai tahapan dasar penelitian. Hasil penelitian yang diharapkan pada penelitian ini berupa sistem informasi yang menunjukkan visualisasi hubungan *co-authorship network* peneliti IPB dalam bentuk graf dengan *nodes* menunjukkan informasi mengenai peneliti dan *edges* menunjukkan hubungan dua peneliti yang berkolaborasi. Penelitian ini akan menggunakan perangkat lunak Gephi untuk menghasilkan visualisasi hubungan *co-authorship network* peneliti dengan metode Chi (1999) menggunakan data yang didapat dari Scopus dengan afiliasi dari IPB.

METODE

Ruang lingkup penelitian ini adalah :

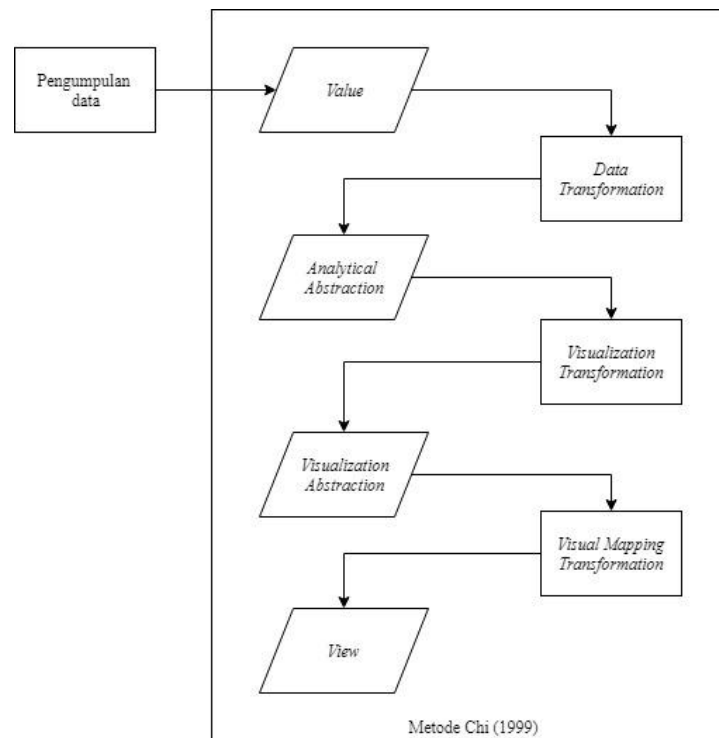
- 1 Data yang digunakan merupakan data Scopus dengan afiliasi dari IPB yang di *download* pada tanggal 29 Desember 2017,
- 2 Pengguna hanya dapat melakukan eksplorasi visual,
- 3 Pengguna dapat melakukan pencarian berdasarkan nama peneliti,
- 4 Pengguna dapat melakukan *filter* berdasarkan afiliasi IPB dan Non IPB,
- 5 Web visualisasi hanya dapat diakses melalui *web browser* Mozilla Firefox

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan kerangka metode yang digunakan oleh Chi (1999). Tahapan penelitian ini yaitu pengumpulan data, *data transformation*, *visualization transformation*, *visual mapping transformation*, dan evaluasi heuristik. Alur tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan tahapan awal dalam penelitian. Tahapan ini merupakan proses pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian. Data yang didapat akan digunakan dan diproses pada tahapan-tahapan selanjutnya. Data yang digunakan pada

penelitian ini merupakan data penelitian afiliasi IPB dari lembaga Scopus, data tersebut diunduh pada tanggal 29 Desember 2017.



Gambar 1 Metode Penelitian

Data Transformation

Data transformation merupakan tahap pengolahan data dengan menggunakan ekstraksi data, yaitu memilih atribut relevan dari data yang sudah berhasil dikumpulkan (Chi 1999). Pada tahap ini dilakukan praproses data yaitu memilih informasi-informasi yang dibutuhkan serta menambah beberapa atribut yang dibutuhkan seperti ID peneliti, ID judul publikasi, dan kategori. Tahapan ini akan menghasilkan data yang disebut *analytical abstraction*. Data yang telah terkumpul pada tahapan sebelumnya dilakukan beberapa praproses menggunakan perangkat lunak Rstudio.

Visualization Transformation

Visualization transformation merupakan tahap pengolahan visualisasi informasi yang mengambil nilai dari *analytical abstraction* dan mengambil beberapa hal utama yang akan menjadi bentuk *visualization abstraction*. *Visualization abstraction* merupakan tahap agar informasi siap dipetakan dan dapat divisualisasikan di layar menggunakan minimal satu teknik visualisasi (Chi 1999). Data yang telah dilakukan praproses sebelumnya diproses lagi menjadi tabel *node* dan tabel *edge* yang akan digunakan sebagai data visualisasi. Data tersebut diproses menggunakan RStudio

Visualization Mapping Transformation

Visualization mapping transformation adalah tahap pengambilan seluruh informasi dan menampilkannya dalam bentuk grafis kepada pengguna (Chi 1999). Tahap ini merupakan tahap pembuatan graf dengan menggunakan perangkat lunak Gephi versi 0.9.2. Tahap ini akan menghasilkan *view*. *View* merupakan produk akhir dari tahap *visual mapping*. Pengguna dapat melihat dan menafsirkan Gambar yang ditampilkan oleh sistem (Chi 1999). Visualisasi tersebut berupa graf yang interaktif dalam sebuah *website*, sehingga pengguna dapat melakukan eksplorasi lebih jauh mengenai informasi peneliti dan hubungan nya dengan peneliti lain.

Lingkungan Pengembangan

Spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perangkat keras menggunakan laptop dengan spesifikasi:
 - a. Processor Intel i3-7200U up to 3.1 GHz
 - b. RAM 6 GB
 - c. 500GB HDD
2. Perangkat lunak yang digunakan yaitu:
 - a. Sistem operasi Windows 10
 - b. Gephi versi 0.9.2
 - c. Rstudio versi 1.1.383
 - d. Visual Studio Code
 - e. Bahasa pemrograman R
 - f. Sigma.js

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Data yang digunakan merupakan data penelitian dengan *author* Afiliasi dari IPB yang didapat dari Scopus. Data tersebut diunduh pada tanggal 29 Desember 2017 dengan 3701 judul publikasi. Beberapa data yang didapat dari Scopus yaitu tabel data penelitian dan *author*. Tabel data penelitian terdiri atas beberapa atribut yaitu *authors*, *title*, *year*, *source title*, *volume*, *issue*, *art no.*, *page start*, *page end*, *page count*, *cited by*, DOI, *link*, *affiliation*, *authors with affiliation*, *document type*, *source*, dan EID. Tabel *author* terdiri empat atribut yaitu *Author Name*, *Auth-ID*, *Number*, *Subject Area*, dan *Orc_ID*. Contoh data penelitian yang didapat dapat dilihat pada Tabel 1 dengan hanya beberapa atribut yang diperlihatkan, di mana atribut tersebut akan diproses pada tahapan selanjutnya.

Tabel 1 Data Penelitian

Authors	Title	Cited. by	Authors.with.affiliations	Document .Type	Source	EID
Suseno S.H., Tajul A.Y., Nadiyah W.A., Noor A.F.	Improved of color properties on sardinella lemuru oil during adsorbent refining using magnesol xl	1	Suseno, S.H., Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Department of Aquatic Product Technology, Bogor Agricultural University, Bogor, Indonesia; Tajul, A.Y., School of Industrial Technology, Food Technology Division, Universiti Sains Malaysia, 11800 Penang, Malaysia; Nadiyah, W.A., School of Industrial Technology, Bioprocess Division, Universiti Sains Malaysia, 11800 Penang, Malaysia; Noor, A.F., School of Industrial Technology, Food Technology Division, Universiti Sains Malaysia, 11800 Penang, Malaysia	Article	Scopus	2- s2.0- 8487 0491 706

Data Transformation

Data Transformation pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak R Studio. Tahapan ini melakukan beberapa proses untuk menstransformasi data yang didapat. Beberapa proses yang dilakukan pada tahapan ini yaitu menghapus beberapa atribut yang tidak dibutuhkan, kemudian memisahkan nama *author* yang terdapat pada atribut *Author.with.Affiliation* pada data sebelumnya dimana pada data tersebut setiap barisnya terdapat beberapa nama *author* berdasarkan judul penelitian, kemudian memisahkan *author* dengan *affiliation* nya, lalu menambah beberapa atribut yang dibutuhkan yaitu kategori yang

terdiri atas IPB dan Non IPB, ID Author dan ID *title*. Tahap ini akan menghasilkan *Analytical abstraction*. *Analytical abstraction* merupakan hasil dari pengolahan data yang belum dipetakan, namun sudah memiliki informasi yang diekstraksi dari data mentah (Chi 1999). Hasil dari tahapan ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Penelitian (*Analytical Abstraction*)

ID_Author	Author	Affiliation	Kategori	ID_title	Title	Tipe	Cited _by	EID
1	Amank, J	Dep. of Environmental Sciences, Univ. of California, Riverside, CA 92521, United States	NON-IPB	34	A hysteretic model of hydraulic properties for dual-porosity soils	Article	3	2-s2.0-84880720327
4	Aang Soenan di, I	Post Graduate Program of Agro-industrial Technology, Bogor Agricultural University, Bogor, Indonesia, Faculty of Engineering and Computer Science, Krida Wacana Christian University, Jakarta, Indonesia	IPB	2761	Real-time optimization using gradient adaptive selection and classification from infrared sensors measurement for esterification oleic acid with glycerol	Article	NA	2-s2.0-85020247993

Affiliasi yang dikategorikan sebagai IPB yaitu affiliasi yang didalamnya terdapat kata-kata yang ditunjukkan pada Tabel 3, dan selainnya dikategorikan sebagai peneliti *non-IPB*. Pada proses ini didapat 8048 *author* dari 3701 judul penelitian dengan 3070 diantara merupakan peneliti IPB dan 4978 peneliti *non-IPB*.

Visualization Transformation

Tahap *Visualization Transformation* melakukan transformasi data dari data *analytical abstraction* menjadi data yang siap digunakan untuk dilakukan visualisasi. Visualisasi pada penelitian ini akan dilakukan menggunakan perangkat lunak Gephi, data yang dibutuhkan merupakan data berupa tabel *node* dan *edge* dengan format GEXF, GDF, GML, GraphML, PajekNET, GraphViz DOT, CSV, UCINET DL, Tulip TPL, Netdraw VNA, atau Spreadsheet. Pada penelitian ini digunakan data CSV. Hasil dari tahapan ini yaitu data yang disebut sebagai *visualization abstraction*. Tahapan ini melakukan transformasi dari data *analytical abstraction* menjadi tabel *node* dan tabel *edge*. Tabel *node* memiliki 4 atribut yaitu ID, nama, affiliasi, dan jumlah publikasi. Jumlah publikasi didapat dengan menghitung jumlah setiap ID *author* yang muncul pada data *analytical abstraction* menggunakan bahasa pemrograman R. Tabel *node* dapat dilihat pada tabel 4. Tabel *edge* berisi atribut *source*, *target*, jumlah publikasi, dan jumlah *citedby*. *Source* dan *target* merupakan ID *author* yang pernah melakukan hubungan kerjasama dalam data penelitian tersebut. Tabel *edge* dapat dilihat pada tabel 5. Tabel *edge* didapat dengan mentransformasi data *analytical abstraction* menjadi matriks *author*, dimana setiap *author* yang memiliki judul penelitian yang sama isi matriks tersebut akan bertambah satu.

Visualization Mapping Transformation

Tahap *visualization mapping transformation* merupakan representasi data *visualization abstraction* ke dalam bentuk visualisasi. Tahapan ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Gephi versi 0.9.2, *open source software* untuk mengeksplorasi dan memanipulasi *network* (Bastian *et al.* 2009). Tahapan representasi informasi dalam bentuk

visualisasi pada Gephi dilakukan dengan beberapa proses, yaitu graf, *layout*, *partition*, dan *labeling*.

Tabel 3 Afiliasi IPB

No	Afiliasi
1	Bogor Agri
2	Bogor Agricultural
3	Bogor Agr. Univ=
4	Pertanian Bogor
5	Bogor AgriculturalUniversity
6	IPB
7	Bogor Agriculture
8	Bogor, Agricultural University,
9	Bogor Agric. Univ=
10	Institute Pertanian
11	Inst. Pertanian
12	Bogor University
13	Institut Pertanian
14	Bogor Institute

Tabel 4 Node

ID	Label	Affiliation	No of Publication
1	Šimůnek, J	NON-IPB	1
100	Afiyah, D.N	IPB	3
418	Arief, I.I	IPB	22
1044	Clough, Y	NON-IPB	21
5613	Rudiyanto	IPB	6
6394	Stenchly, K	NON-IPB	3

Tabel 5 Edge List

Source	Target	No of Pulation	No of Cited
1	5613	1	3
100	418	3	16
100	6728	1	8
1044	7163	16	0
1044	7084	4	32
1044	6394	3	163
1044	6657	1	4

Visualization Mapping Transformation

Tahap *visualization mapping transformation* merupakan representasi data *visualization abstraction* ke dalam bentuk visualisasi. Tahapan ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Gephi versi 0.9.2, *open source software* untuk mengeksplorasi dan memanipulasi *network* (Bastian *et al.* 2009). Tahapan representasi informasi dalam bentuk visualisasi pada Gephi dilakukan dengan beberapa proses, yaitu graf, *layout*, *partition*, dan *labeling*.

1. Graf

Proses pembuatan graf ini menggunakan data *visualization abstraction*. Data *node* dan *edge* yang disimpan dalam format CSV di *import* ke dalam data *laboratory* Gephi. Proses ini akan menghasilkan graf dalam bentuk yang masih tidak beraturan dan sulit dibaca karena letak *node* yang memiliki keterhubungan cenderung tidak berdekatan. Graf tersebut memiliki 8048 *nodes* dan 48252 *edges*.

2. Layout

Layout yang digunakan dalam proses ini yaitu ForceAtlas2 dipilih karena ForceAtlas2 memiliki algoritme yang mampu menangani *network* dalam ukuran besar dengan kualitas yang bagus. Kompleksitas algoritme ForceAtlas2 didapat dari fungsi *approximate repulsion* yaitu meminimumkan waktu yang dilakukan dalam memproses *layouting* graf. *Approximate repulsion* ini menerapkan algoritme Barnes Hut (Jacomy *et al.* 2011). Algoritme Barnes Hut menghitung langsung gaya-gaya pada N buah partikGrael menggunakan struktur data *tree* berhirarki dan mempercepat kompleksitas sehingga berorde $O(N*\log(N))$.

3. Partition

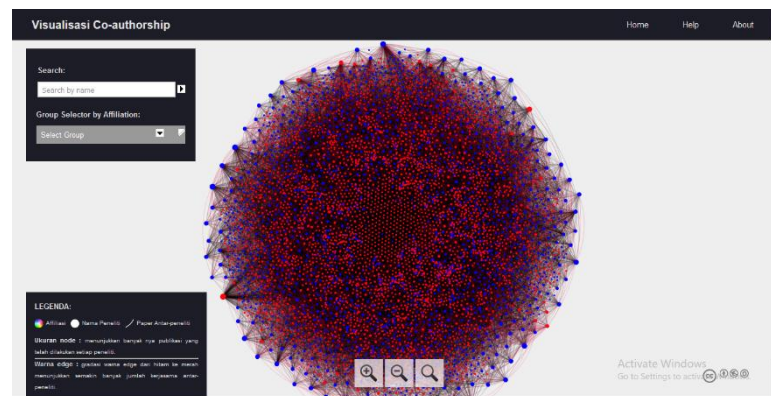
Partition dilakukan untuk membedakan *author* berdasarkan affiliasinya. *Node* berwarna merah menunjukkan *author* yang berafiliasi non-IPB, dan *node* berwarna biru menunjukkan *author* yang berafiliasi IPB.

4. Ranging

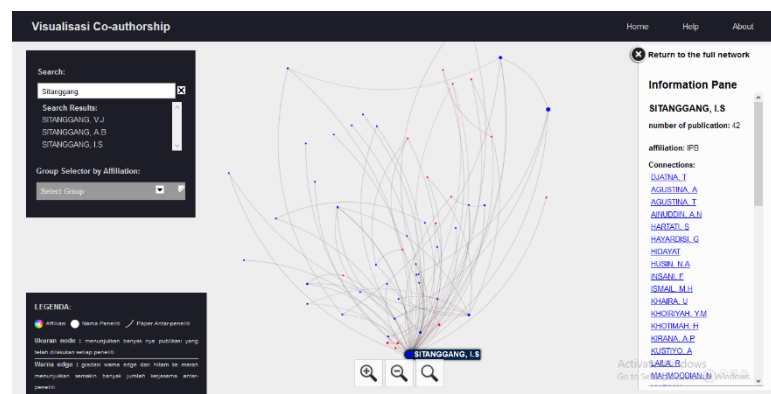
Ranging dilakukan untuk memberikan informasi jumlah publikasi yang dilakukan setiap *author*. *Ranging* direpresentasikan oleh ukuran *node*, semakin besar ukuran *node* menunjukkan bahwa semakin besar pula jumlah publikasi yang dilakukan oleh peneliti tersebut.

5. Labelling

Labelling merupakan proses pemberian label pada *node*. Label pada *node* di penelitian ini menggunakan nama dari *author*.



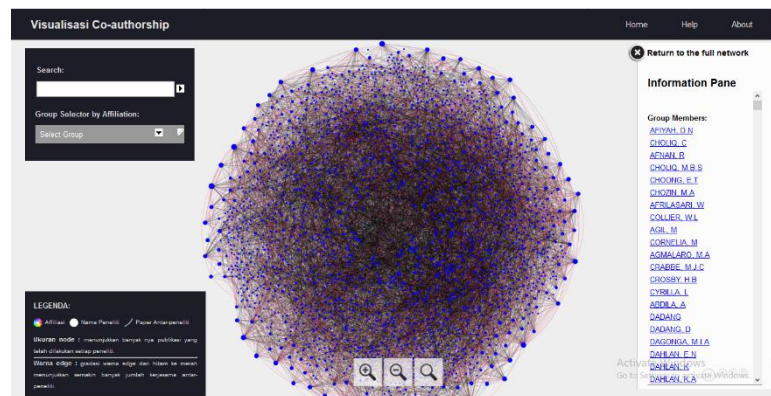
Gambar 2 Hasil visualisasi



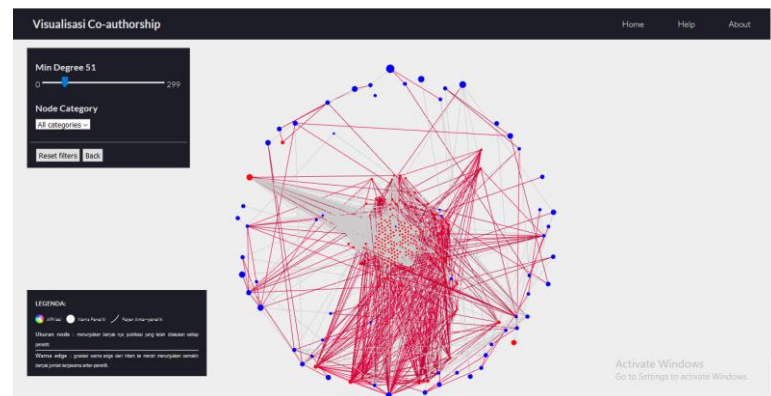
Gambar 3 Hasil pencarian

Setelah melakukan proses visualisasi pada perangkat lunak Gephi, proses dilanjutkan dengan menampilkan visualisasi pada web menggunakan *plugin* SigmaExporter. Hasil dari visualisasi dapat dilihat pada Gambar 2. Beberapa hal yang dapat dilakukan pada di web ini yaitu melakukan pencarian peneliti berdasarkan nama peneliti, melakukan *filter* peneliti berdasarkan affiliasi, melakukan *filter* berdasarkan *minimum degree*, dan melakukan perbesaran pada graf. Pencarian dapat dilakukan pada kolom *search*, contoh pencarian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3. *Filter* berdasarkan affiliasi IPB dan non-IPB dapat dilakukan pada bagian *Group Selection*, contoh *filter* dapat dilihat pada Gambar 4, *filter*

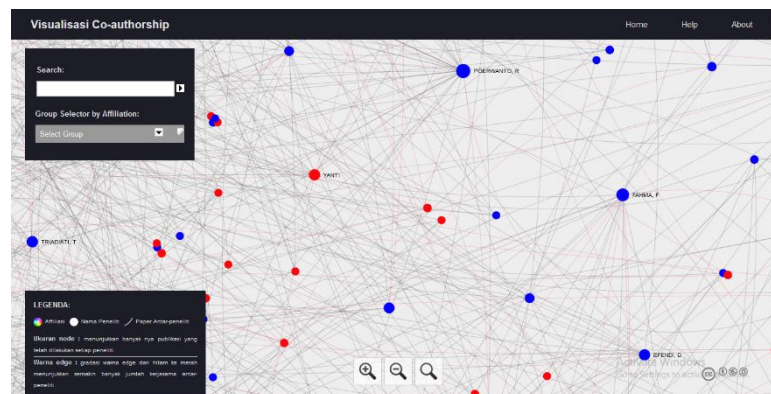
berdasarkan *minimum degree* merupakan proses mengurangi jumlah data berdasarkan jumlah minimal hubungan seorang penulis dengan penulis lainnya, *filter minimum degree* dapat dilihat pada Gambar 5, kemudian contoh perbesaran yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 4 Hasil *filter* afiliasi IPB



Gambar 5 Hasil *filter minimum degree*



Gambar 6 Hasil perbesaran

SIMPULAN

Visualisasi yang dihasilkan sudah dapat merepresentasikan hubungan *co-authorship network* peneliti IPB dengan cara yang lebih efektif. Hasil penelitian ini berupa sistem informasi yang sudah dapat melakukan eksplorasi visual dengan fitur *search*, *filter* berdasarkan afiliasi, dan *select* dari *node* yang dipilih, serta dapat melakukan *zoom* untuk graf tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Bastian M, Heyman S, Jacomy M. 2009. Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. Di dalam: *International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*; 2009 Jul 07.
- Chi E. 1999. A framework for information visualization spreadsheet [disertasi]. Minneapolis (US): University of Minnesota.
- Forsell C, Johansson J. 2010. An heuristic set for evaluation in information visualization. Di dalam: Santucci G, editor. *Proceedings of the International Conference on Advanced Visual Interface – AVI'10*; 2010 Mei 26-28; Roma, Italy. New York (US): Association for Computing Machinery.
- Gephi tool [Internet]. Tersedia pada: <https://gephi.org/about/>
- Jacomy M, Venturini T, Heymann S, Bastian M. 2014. ForceAtlas2, a Continuous Graph Layout Algorithm for Handy Network Visualization Designed for the GephiSoftware. *PLoS ONE* 9(6): e98679. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098679>
- Reinhardt W, Meier C, Drachler H, Sloep P. 2011. Analyzing 5 years of EC-TEL proceedings. Di dalam: Hutchison D, Kanade T, Kittler J, Kleinberg JM, Mattern F, Mitchell JC, Naor M, Rangan PC, Steffen B, Terzopoulos D *et al.* *Lecture Notes in Computer Science. Proceedings of the 6th European conference on Technology enhanced learning: towards ubiquitous learning*; 2011; Springer Verlag Berlin. Hlm 531-536.
- [Ristekdikti] Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. 2015. Klasifikasi dan Peningkatan Perguruan Tinggi Indonesia [Internet]. [diunduh 2017 Des 27]. Tersedia pada: <http://peneringkatan.ristekdikti.go.id/assets/document/klasifikasi20151.pdf>
- Samad. 2016. Visualisasi Keterhubungan Antarvarietas Kedelai menggunakan Metode Chi[Skrripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Scopus 2017. Affiliated Authors Institut Pertanian Bogor [Internet]. [diunduh 2017 Des 29]. Tersedia pada: <https://www.Scopus.com/results/authorLookup.uri>.
- Umadevi V. 2013. Case Study – Centrality Measure Analysis on Co-Authorship Network. *Journal of Global Research in Computer Science*. 4(1):67-70.
- Yang Y, Yeung A, Man C, Weal MJ, Davis H. The Researcher Social Network: A Social Network Based of Metadata of Scientific Publications At *Proceedings of WebSci'09: Society On-Line* [Internet]. 18 - 20 Mar 2009. [diunduh 2017 Jan 8]. Tersedia pada: https://eprints.soton.ac.uk/267156/1/websci09_submission_116.pdf