



PRODUKTIVITAS DAN KOLABORASI PERISET PADA PUSAT RISET TEKNOLOGI RADIOISOTOP, RADIOFARMAKA DAN BIODOSIMETRI BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL BERDASARKAN ANALISIS BIBLIOMETRIK

Noer'aida^{1*}; Rochani Nani Rahayu^{2*}, AR. Yusuf^{3*}

^{1,2,3}Badan Riset dan Inovasi Nasional, KST BJ Habibie Serpong

Disubmit : 18-07-2023
Direview: 23-07-2023
Direvisi : 09-08-2023
Diterima: 17-08-2023

*Korespondensi: noer001@brin.go.id; roch002@brin.go.id; angg024@brin.go.id

ABSTRACT

Introduction. The collaboration and productivity of researchers at the Research Center for Radioisotope Technology, Radiopharmaceuticals and Biodosimetry (PRTRRB) was carried out using the bibliometric method. The research objectives were to determine: 1) the Productivity of PRTRRB researchers, period 2021 -2022, 2) Collaboration of PRTRRB researchers, and 3) Trends/mapping of research results conducted. Data was collected from the Scopus database and <https://intipdaqu.brin.go.id/paten>.

Research Methods. The research was carried out using the bibliometric method, and the population was publications by 66 out of 69 researchers with Scopus IDs on 23 February 2023.

Results and Discussion. The results showed that the number of publications in 2021 was 43, and in 2022 there were 38 titles. The most prolific researcher was Syaifudin M., who produced 14 documents, followed by Suseno and Wongso, each of whom produced 10 documents. PRTRRB produced 7 patents. A total of 30 countries collaborated with researchers, and the most was Japan. The research map that was carried out was divided into 7 clusters, and the most clusters were about radiopharmaceuticals, which concentrated on cancer treatment, assisted by natural ingredients.

Conclusion. It was concluded that PRTRRB BRIN researchers are active in conducting research in the nuclear field, as evidenced by the publication of research results in various types of publications indexed in Scopus. Another indicator is the production of patents in the nuclear field.

ABSTRAK

Pendahuluan. Kolaborasi dan produktivitas periset Pusat Riset Teknologi Radioisotop, Radiofarmaka Dan Biodosimetri (PRTRRB) dilakukan menggunakan metode bibliometrik. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui: 1) Produktivitas periset PRTRRB, periode 2021 -2022; 2) Kolaborasi periset PRTRRB, dan 3) Tren /pemetaan hasil penelitian yang dilakukan. Data dikumpulkan dari Scopus database.

Metode Penelitian. Metode yang digunakan adalah metode bibliometrika dan populasi penelitian adalah publikasi 66 periset dari 69 periset yang memiliki ID Scopus, dan Intipdaqu <https://intipdaqu.brin.go.id/patenpada> 23 Februari 2023.

Hasil dan Pembahasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah publikasi pada tahun 2021 sebanyak 43 judul, dan tahun 2022 38 judul. Periset paling produktif adalah Syaifudin M., menghasilkan 14 dokumen diikuti oleh Suseno dan Wongso masing-masing menghasilkan 10 dokumen. PRTRRB menghasilkan paten sebanyak 7 judul. Sebanyak 30 negara berkolaborasi dengan periset, dan yang terbanyak adalah Jepang. Peta riset yang dilakukan terbagi menjadi 7 kluster, dan kluster terbanyak adalah tentang radiopharmaceutical, yang terkonsentrasi untuk pengobatan kanker, dibantu oleh bahan-bahan alam.

Kesimpulan dan Saran. Disimpulkan bahwa periset PRTRRB BRIN aktif melakukan penelitian di bidang kenukliran terbukti dengan dipublikasikannya hasil riset dalam berbagai jenis publikasi yang terindeks di Scopus. Indikator lain adalah dihasilkannya paten di bidang kenukliran.

Keywords: Nuclear Research Organization; Research productivity; Author collaboration; Research mapping; Bibliometric analysis.



1. PENDAHULUAN

Bibliometrik adalah metode analisis sistematis yang digunakan untuk mengevaluasi secara kuantitatif kemajuan penelitian di berbagai bidang disiplin ilmu dan didasarkan pada literatur yang diterbitkan dari sebuah peneliti perorangan, institusi, negara, dan jurnal (Vijayakumar et al., 2019). Analisis bibliometrik terutama diterapkan pada bidang ilmiah berdasarkan perbedaan parameter makalah yang diterbitkan seperti penulis, subjek, kata kunci, judul dan referensi dan lainnya. Aplikasi bibliometrik digunakan untuk memberikan peringkat toppers dan peringkat universitas di sektor pendidikan dan untuk mengidentifikasi ilmuwan terkemuka atau sarjana di bidang sains dan teknologi (Abdi et al., 2018).

Bibliometrik juga dianggap sebagai alat standar yang dimanfaatkan untuk memeriksa kualitas akademik dalam hal pertumbuhan literatur, pola kepenulisan, kolaborasi, dan kutipan. Bibliometrik telah digunakan secara efektif tidak hanya di profesi perpustakaan dan informasi tetapi juga digunakan oleh sebagian besar penerbit terkenal di sektor publikasi untuk menyediakan faktor dampak jurnal, makalah yang paling banyak dikutip, h-index, dan kolaborasi. Melalui bibliometrik dapat diketahui lembaga atau jurnal apa saja yang memiliki dampak tinggi di bidang pengetahuan tertentu (Vijayakumar et al., 2019).

Pengobatan dengan memanfaatkan nuklir adalah cabang ilmu kedokteran baru yang memanfaatkan zat radioaktif dalam diagnosis, penelitian dan pengobatan dan juga penting dalam bidang-bidang seperti pencitraan molekuler, pencitraan seluler, dan pencitraan jaringan. Kedokteran nuklir didefinisikan oleh Lioupis and Syrmos (2016) sebagai: “disiplin ilmiah dan klinis yang membebaskan radionuklida dan senyawa radionuklida, didistribusikan kembali in vivo atau in vitro secara fisik atau kimia mekanisme, digunakan untuk diagnostik, terapeutik atau tujuan investigasi”.

Pada tingkat manajemen dan kebijakan, analisis bibliometrik telah diidentifikasi sebagai salah satu alat yang memiliki potensi untuk membantu para pengambil keputusan dalam memahami ilmu pengetahuan dan inovasi, berinvestasi dalam sains dan inovasi dan menggunakan kebijakan "sains-sains", untuk mengatasi prioritas nasional (Rosas et al., 2011). Studi bibliometrik menilai kemajuan penelitian dalam berbagai disiplin ilmu berdasarkan catatan yang diterbitkan (Andres, 2009).

Bibliometrik dianggap sebagai metode analisis yang sistematis dan telah digunakan untuk menilai kemajuan penelitian di berbagai bidang. Oleh karena itu penelitian ini mencoba untuk menilai kinerja penelitian bidang Nuclear Science of Technology (NST) dengan melakukan analisis bibliometrik terhadap karya tulis ilmiah bidang nuklir yang diteliti oleh para periset di Pusat Riset Teknologi Radioisotop, Radiofarmaka dan Biodosimetri (PRTRB), di Organisasi Riset Tenaga Nuklir (ORTN) yang berada di bawah Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).

Gambaran profil periset PRTRRB dapat dilihat dari Surat Keputusan Plt. Kepala ORTN BRIN Nomor: B-176/TN/4/2022 tentang Kelompok Riset di Lingkungan PRTRRB. Pengertian periset dalam penelitian ini adalah 11 jabatan fungsional yang dimaksud oleh BRIN yaitu Peneliti, Perekrayasa, Teknisi Penelitian dan Perekrayasaan, Analis Pemanfaatan Iptek, Analis Data Ilmiah, Penata Penerbitan Ilmiah, Analis Perkebunrayaan, Teknisi Perkebunrayaan, Kurator Koleksi Hayati, Pengembang Teknologi Nuklir, dan Pranata Nuklir. Pada data Tabel 1, jumlah sumber daya manusia periset 69 orang yang terdiri atas peneliti 39 orang (56,52%), pengembang teknologi nuklir 10 orang (14,49%) pranata nuklir 17 (24,64%), teknisi penelitian dan perekrayasaan 1 orang (1,44%), dokter ahli madya 1 orang (1,44%) dan tugas belajar 1 orang (1,44%).

Tabel 1. Rekap Kelompok Riset PRTRRB

Jabatan	Jumlah
Peneliti Ahli Utama	4 (5,80%)
Peneliti Ahli Madya	11 (15,94%)
Peneliti Ahli Muda	16 (23,19%)
Peneliti Ahli Pertama	8 (11,59%)

Pengembang Teknologi Nuklir Ahli Madya	3 (4,34%)
Pengembang Teknologi Nuklir Ahli Muda	4 (5,80%)
Pengembang Teknologi Nuklir Ahli Pertama	3 (4,35%)
Dokter Ahli Madya	1 (1,44%)
Pranata Nuklir Penyelia	11 (15,94%)
Pranata Nuklir Terampil	6 (8,69%)
Teknisi Penelitian dan Perekayasaan Penyelia	1 (1,44%)
Tugas belajar	1 (1,44%)
Jumlah	69 (100%)

Sebagai salah satu pusat riset di bidang nuklir di Indonesia, maka perlu diketahui *output* para periset yang berkariir di pusat riset tersebut khususnya teknologi radioisotop, radiofarmaka dan biodosimetri. Sampai saat ini, belum ada penelitian atau kajian yang menganalisis tentang *output* tersebut. Sehingga muncul permasalahan yaitu: 1) Seperti apakah produktivitas periset PRTRRB periode 2021 -2022? 2) Bagaimanakah profil kolaborasi periset PRTRRB periode 2021 -2022? 3) Seperti apakah tren penelitian yang muncul selama 2021 – 2022?

Dengan demikian, berdasarkan permasalahan tersebut maka tujuan penelitian adalah untuk mengetahui: 1) Produktivitas periset PRTRRB, periode 2021 -2022; 2) Kolaborasi periset PRTRRB, periode 2021 -2022; 3) Tren /pemetaan hasil penelitian yang dilakukan selama 2021 – 2022.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Terdapat beberapa penelitian tentang kedokteran nuklir menggunakan pendekatan bibliometrik, berikut ini adalah beberapa penelitian terdahulu.

Karier dalam kedokteran nuklir memberi kita keunggulan metode manajemen pasien yang dipinjamkan dan unik. Selama di periode upaya klinis, radionuklida adalah cara kita menggunakan nuklir kewenangan untuk merawat pasien. Selain itu, pekerjaan radioaktivitas sebagai theragnostik membutuhkan prosedur yang hati-hati. Terlepas dari semua tantangan saat ini dan masa depan, ketidaksetaraan dan kurangnya keragaman gender masih ada dalam pengobatan, terutama di bidang akademik dan kepemimpinan. Jumlah wanita yang memilih karir medis terus berlanjut berkembang pesat, dari 6% pada tahun 1960, 29% pada tahun 1990, 38% pada tahun 2000, hingga sekitar 46% dari semua dokter pada tahun 2015, dengan variasi yang sangat besar di berbagai negara (Ekmekcioglu et al., 2021).

Terlepas dari feminisasi tenaga medis, perempuan tidak memiliki perspektif karir yang sama dengan laki-laki. Dalam kedokteran nuklir, hanya sedikit informasi yang tersedia tentang kesenjangan jenis kelamin mengenai posisi penulis terkemuka dalam artikel ilmiah. Oleh karena itu, Lasnon et al. (2022), melakukan penelitian untuk mengevaluasi tren terbaru dalam distribusi jenis kelamin penulis pertama dan terakhir dari artikel yang diterbitkan dalam jurnal kedokteran nuklir. Digunakan analisis bibliometrik terhadap jenis kelamin penulis pertama dan terakhir dari artikel yang diterbitkan dari tahun 2014 hingga 2020 di 15 jurnal kedokteran nuklir. Judul naskah, jenis artikel, faktor dampak jurnal, tanggal publikasi, dan nama depan dan belakang serta negara asal penulis pertama dan terakhir dicatat. Perangkat lunak Gender API digunakan untuk menentukan jenis kelamin penulis. Semua statistik bersifat deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perempuan mewakili 32,8% dari penulis pertama dan 19,6% dari penulis terakhir. Kepenulisan perempuan meningkat dari 28,2% (428 dari 1.518 artikel) pada tahun 2014 menjadi 35,5% (735 dari 2.069 artikel; peningkatan relatif, 72%) pada tahun 2020 ($P < 0,001$) untuk penulis pertama dan dari 15,6% (237 dari 1.518 artikel) pada 2014 menjadi 20,5% (424 dari 2.069 artikel; peningkatan relatif, 79%) pada tahun 2020 ($P < 0,001$) untuk penulis terakhir. Paritas diperkirakan untuk 2035 untuk penulis pertama dan 2052 untuk penulis terakhir. Kepenulisan

wanita meningkat di Eropa untuk penulis pertama ($P = 0,014$) dan penulis terakhir ($P < 0,001$), di jurnal peringkat tinggi untuk penulis pertama ($P = 0,004$) dan penulis terakhir ($P < 0,001$), dan di peringkat jurnal lainnya untuk penulis terakhir ($P = 0,01$). Kepengarangan perempuan pertama dan terakhir meningkat untuk artikel asli ($P = 0,02$ dan $P = 0,01$, masing-masing) dan laporan kasus ($P < 0,001$ dan $P = 0,002$, masing-masing). Mengenai kolaborasi, proporsi artikel yang dihasilkan oleh penulis pertama dan terakhir laki-laki menurun dari 62,2% pada tahun 2014 menjadi 52,9% pada tahun 2020 yang mendukung penulis pertama dan terakhir perempuan (rasio odds, 1,07; $P < 0,001$), penulis laki-laki pertama dan terakhir perempuan (rasio odds, 1,05; $P < 0,001$), dan penulis wanita pertama dan terakhir laki-laki (rasio odds, 1,03; $P < 0,001$). Disimpulkan bahwa kepengarangan wanita pertama dan terakhir dalam jurnal kedokteran nuklir meningkat secara substansial dari tahun 2014 hingga 2020, khususnya di jurnal peringkat tinggi, di Eropa, dan untuk artikel asli dan laporan kasus. Kolaborasi pria-ke-pria menurun sebesar 10% untuk mendukung semua kolaborasi lainnya. Paritas dapat diramalkan dalam beberapa dekade.

Selanjutnya penelitian dari Piper et al. (2016) bertujuan menggambarkan tren kepengarangan (*authorship*) dari waktu ke waktu di kalangan wanita dalam literatur radiologi dan untuk menyelidiki kecenderungan penulis wanita pertama untuk terbitkan dengan penulis senior wanita. Data tentang jenis kelamin penulis dokter akademik berbasis di Amerika Serikat untuk semua artikel utama yang diterbitkan dalam tiga jurnal radiologi yaitu *Radiology*, *American Journal of Roentgenology (AJR)*, dan *Academic Radiology* dikumpulkan dan dianalisis pada tahun 1978, 1988, 1998, 2008, dan 2013. Regresi logistik multivariat digunakan untuk mengidentifikasi tren signifikan dari waktu ke waktu, dan uji independensi chi-kuadrat dilakukan untuk menentukan hubungan yang signifikan antara jenis kelamin penulis pertama dan senior. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis kelamin 4.182 dari 4.217 (99,17%) penulis dengan gelar MD ditentukan. Proporsi artikel penelitian yang diterbitkan oleh perempuan sebagai penulis pertama meningkat dari 8,33% pada tahun 1978 menjadi 32,35% pada tahun 2013 ($p < 0,001$). Proporsi artikel penelitian dengan perempuan sebagai penulis senior meningkat dari 6,75% pada tahun 1978 menjadi 21,90% pada tahun 2013 ($p < 0,001$). Kepengarangan penulis pertama perempuan dan senior meningkat secara signifikan dari waktu ke waktu (penulis pertama, $p < 0,001$; thor, $p < 0,001$). Ada hubungan yang signifikan secara statistik antara jenis kelamin pertama dan kedua penulis artikel penelitian asli dan editorial tamu ($p < 0,001$). Disimpulkan bahwa selama 35 tahun, ada tren linier naik yang signifikan secara statistik partisipasi dokter wanita dalam penulisan literatur radiologi akademik. Penulis pertama perempuan lebih cenderung menerbitkan dengan penulis senior wanita.

Di dalam penelitiannya, Braun dan Schubert, (2010) berfokus pada satu jurnal dan melakukan analisis ilmiah dari makalah yang diterbitkan di *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* tahun 2005-2009. Temuan menunjukkan bahwa setiap artikel memperoleh 1,2 kutipan dan Amerika Serikat memiliki tingkat makalah yang diterbitkan tertinggi (21 persen, diikuti Jepang (10 persen) dan China (7 persen). Berdasarkan subjek, maka diketahui urutannya adalah *Nuclear Science Technology* (22 persen), ilmu lingkungan (17 persen) dan kimia (13 persen).

Co-authorship digunakan untuk menganalisis kolaborasi ilmiah dan mengidentifikasi pola kolaborasi antar peneliti. Mengingat peran citra medis dalam bidang kesehatan, maka perlu diidentifikasi jaringan kerja sama antar penulis untuk memperkuat hubungan penelitian antara mereka. Osareh et al. (2022) melakukan penelitian untuk memetakan dan menganalisis struktur jaringan dari semua penulis artikel yang diterbitkan di bidang gambar (citra) medis. Digunakan metode deskriptif terapan dan dilakukan pendekatan scientometric dan analisis jaringan sosial. Pencarian strategi diimplementasikan dalam kumpulan inti database Web of Science Clarivate Analytics Institute. Dalam penelitian ini, 37.190 artikel dalam tiga periode waktu 1991 - 2000, 2001 - 2010, dan 2011 - 2020 ditinjau. Ekstraksi data, konstruksi matriks, dan pemetaan jaringan *co-authorship* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Bibexcel, Gephi, dan Vosviewer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama periode yang

ditinjau, pola partisipasi penulis berubah dari 2 penulis menjadi 3 penulis dan 4 penulis. Di dalam tahun 1991 - 2000, mata rantai terkuat dengan nilai 18, 16, dan 14 adalah “Dipaola, R.”, “Frouin, F.” dan “Nishikawa, R.M.”, masing-masing. Jaringan penulisan bersama terdiri dari tujuh puluh kelompok pada tahun 2001 - 2010, dan anggota terkuatnya adalah “Alkadhi, Hatem”, dan “Leschka, Sebastian” dengan total link strength 100. Jaringan *co-authorship* tahun 2011 - 2020 terdiri dari 60 cluster dan mata rantai terkuat dengan nilai 58, 55, dan 50 dimiliki oleh “Van Ginneken, Bram”, “Herrmann, Ken”, dan “Ourselin, Sebastien”, masing-masing. Pada tahun 2001 - 2010, kerapatan jaringan dan koefisien clustering masing-masing adalah 0,007 dan 0,994. Disimpulkan bahwa dalam semua 3 dekade, jaringan *co-authorship* tidak koheren. Pada dekade 2001 - 2010, 7% dari potensi hubungan dalam jaringan *co-authorship* direalisasikan. Dispersi dalam *co-authorship network* peneliti di bidang *medical images* adalah jelas. Selain itu, besarnya densitas dan koefisien klustering dari jaringan *co-authorship* menunjukkan kemauan yang semakin besar penulis untuk berkolaborasi dalam dekade tersebut.

Penelitian dari Vijayakumar et.al. (2019), bertujuan untuk menganalisis makalah yang diterbitkan dari jurnal berjudul “Indian Journal of Nuclear Medicine” menggunakan berbagai parameter bibliometrik untuk periode 2014 hingga 2018. Jumlah dokumen yang diunduh adalah 513 dari database bibliografi Scopus Elsevier. Analisis mencakup terutama pertumbuhan tahunan publikasi, kutipan, jenis dokumen, pola kepengarangan, rata-rata jumlah referensi, sepuluh besar penulis/lembaga produktif, dan kata kunci frekuensi, dll. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa tren meningkat ditemukan dalam produksi tahunan publikasi selama lima tahun. Tahun paling produktif adalah 2017 dengan 114 (22,22%) dan ada 4,93% dari rata-rata pertumbuhan publikasi diidentifikasi. Kutipan tertinggi berada pada tahun 2014 sebanyak 195 (36,25%) dan mayoritas peneliti lebih suka bentuk dokumen artikel 400 (77,97%). Nilai indeks-h publikasi bervariasi dari 3-4 dan penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa “All India Institute of Medical Science (AIMS)” merupakan institusi paling produktif dengan 79 (15,40%). Mayoritas publikasi adalah 388 (75,63%) disumbangkan oleh penulis India diikuti oleh Turki yaitu 32 (6,24%).

Mardani dan Abdiazar (2014) menilai status global penelitian pada publikasi *nuclear science and technology* (NST). Digunakan metode bibliometrik, dan data bibliografi diambil dari Web of Science selama 2001-2010. Secara keseluruhan, 85.198 catatan diterbitkan oleh 35 jurnal di bawah kategori NST dalam database Journal Citation Reports dinilai dari segi dari banyak aspek. Penilaian lebih lanjut dilakukan menggunakan indikator bibliometrik lanjutan seperti skor kutipan lapangan dan analisis jaringan kolaborasi menggunakan perangkat lunak NetDraw. Diketahui bahwa, tingkat pertumbuhan publikasi tahunan negara-negara berkembang mengalami lompatan nyata. Dampak ilmiah dan produktivitas tertinggi di antara publikasi milik International Journal of Radiation Biology (10.46). Penulis produktif menghasilkan sebagian besar publikasi, di antaranya, penulis Jepang memiliki kontribusi terbesar. Amerika Serikat berada di pusat jaringan kolaboratif internasional serta merupakan mitra utama dari sebagian besar negara penghasil penelitian. Fisika nuklir memiliki rasio dampak terukur ternormalisasi terbesar di antara publikasi, yang menandakan dampak yang melekat pada penelitian NST. Secara umum, seperti kerjasama antar lembaga publikasi, publikasi kolaboratif internasional lebih sering dikutip dan karenanya dampak ilmiahnya lebih tinggi.

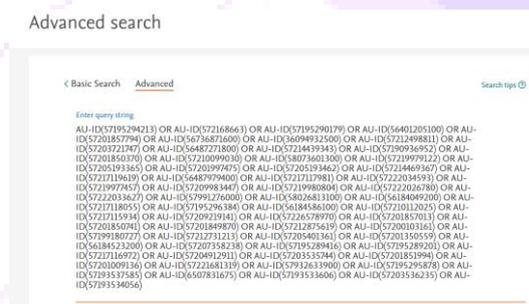
Perbedaan dalam penelitian ini adalah selain penelitian tentang produktivitas dan kolaborasi periset pada PRTRRB-BRIN menggunakan analisis bibliometrik belum pernah dilakukan, juga memanfaatkan data *cite reference* untuk mengetahui jenis dokumen yang disitir periset dan tingkat literasi periset. Selain itu, program jangka panjang BRIN untuk penguatan (kapasitas dan kompetensi) periset dan percepatan riset secara fundamental adalah teknologi nuklir untuk medis yaitu radioisotop dan radiofarmaka.

3. METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan evaluatif dengan pendekatan bibliometrik. Penelitian deskriptif untuk menghitung produktivitas jumlah artikel atau dokumen lainnya. Penelitian evaluatif untuk menghitung penggunaan literatur yang dibuat dengan menghitung rujukan atau sitiran dalam artikel penelitian, buku, dan lainnya. Evaluasi hasil penelitian ilmiah dapat dilakukan menggunakan indikator bibliometrik (Pattah, 2013).

Pengumpulan data bersumber dari Scopus *database*. Populasi penelitian adalah publikasi 66 periset dari 69 periset yang memiliki ID Scopus. Namun yang dijadikan sampel adalah publikasi pada periode 2021-2022. Alasan pengambilan periode tersebut adalah masa transisi peleburan dari berbagai instansi termasuk ex BATAN ke BRIN. Pengambilan data (*export data*) diambil dari Scopus *database* pada tanggal 23 Februari 2023.

Teknik pengumpulan data termasuk pencarian data pada Scopus *database* menggunakan ID Scopus, yaitu nomor identitas unik yang diberikan kepada penulis yang telah terdaftar di Scopus *database*. Manfaat ID Scopus adalah untuk menelusur publikasi yang telah dihasilkan baik oleh individu maupun institusi sebagai bahan evaluasi. Penelusuran dilakukan menggunakan menu *advanced document search*. Cara pencarian dengan menambahkan AU-ID (ID Scopus) OR AU-ID (ID Scopus) dan seterusnya jika lebih dari 1 ID Scopus. seperti pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Pencarian data menggunakan ID Scopus melalui *advanced document search*

Sedangkan untuk mengetahui jenis dokumen yang disitir dan dilakukan pengambilan data dengan mengunduh daftar acuan / referensi diambil dari (*cite reference*) sebanyak 2.723 dokumen. Analisis data dan penghitungan dan visualisasi data menggunakan dua aplikasi bibliometrik yang saling mendukung yaitu R-biblioshiny dan Vosviewer. Untuk mengetahui produktivitas dari jumlah paten digunakan portal paten BRIN pada situs <https://intipdaqu.brin.go.id/> dan diakses pada tanggal 1 Juli 2023. INTIPDAQU merupakan platform pengelolaan Kekayaan Intelektual (KI) yang dapat diakses secara digital dikelola oleh Direktorat Manajemen Kekayaan Intelektual DMKI BRIN (DKMI, 2023).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dipaparkan hasil dan pembahasan yang sesuai dengan tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui: produktivitas, kolaborasi, tren hasil penelitian PRTRRB periode 2021 -2022.

4.1 Hasil

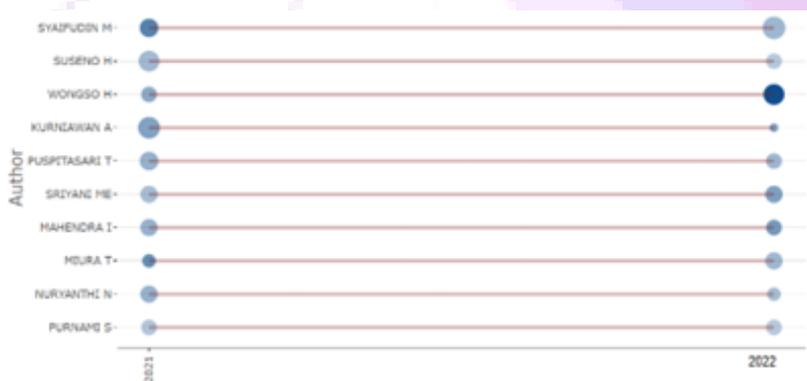
Produktivitas periset diukur dari jumlah KTI dan paten yang dihasilkan pada periode 2021-2022. Berdasarkan penelusuran pada scopus *database*, ditemukan dari 69 periset, ditemukan 69 ID Scopus dari 66 periset karena ada 3 orang yang memiliki 2 ID Scopus, dan 3 periset yang tidak memiliki ID Scopus 3 orang dengan jabatan fungsional pranata nuklir. Jumlah dokumen hasil penelusuran adalah 249 dokumen. Setelah melakukan pada periode 2021-2022, sumber informasi dari jurnal dan prosiding, tipe dokumen artikel, paper konferensi dan reuiu dengan total jumlah dokumen adalah 81 judul. Jumlah

publikasi pada tahun 2021 sebanyak 43 judul, dan tahun 2022 38 judul. Periset yang paling produktif adalah Syaifudin M yang menghasilkan 14 dokumen diikuti oleh Suseno dan Wongso masing-masing menghasilkan 10 dokumen dan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1. Adapun periset yang paling banyak disitasi adalah Wongso H seperti dilihat pada Grafik 1 dengan bulatan dengan warna yang lebih gelap.

Tabel 1. Produktivitas periset PRTRRB periode 2021-2022

Penulis	2021			2022			Total
	Frekuensi	TS	TSpT	Frek	TS	TSpT	
Syaifudin M	9	18	6	5	3	1,5	14
Suseno H	7	4	1,333	3	0	0	10
Wongso H	7	8	2,667	3	21	10,5	10
Kurniawan A	8	10	3,333	1	7	3,5	9
Sriyani Me	4	3	1	4	7	3,5	8
Puspitasari T	5	6	2	3	3	1,5	8
Mahendra I	4	6	2	3	8	4	7
Nuryanthi N	4	6	2	2	2	1	6
Purnami S	3	1	0,333	3	0	0	6
	51						

Catatan: Frek: frekuensi TS: total sitasi, TSpT: total sitasi per tahun



Grafik 1. Produktivitas periset PRTRRB periode 2021-2022

Berdasarkan data yang diambil dari INTIPDAQU, jumlah paten bidang nuklir sebanyak 105 pada periode 2013-2023. Pada periode 2021-2022 terdapat sebanyak 34 paten yaitu tahun 2021 sebanyak 11 paten, dan 2022 sebanyak 23 paten. Produktivitas PRTRRB sebagai Pusat Riset juga cukup menonjol dengan diperolehnya jumlah paten sebanyak 7 judul yang ditampilkan pada Tabel 2, tahun 2021 1 judul, tahun 2022 bertambah 6 judul atau 20,59% dari keseluruhan paten ORTN.

Tabel 2. Produktivitas periset PRTRRB periode 2021-2022

No.	Judul Paten	Tahun
1	Senyawa Bertanda Iodium-131 Meta-Iodobenzylguanidine (131I-MIBG) dan Proses Pembuatannya	2021
2	KIT Radiofarmaka MIBI dan Proses Pembuatannya	2022
3	Komposisi Plester Silikon dengan Senyawa Aktif Kromik Fosfat Bertanda Radioisotop ³² P untuk Terapi Keloid	2022
4	Larutan Yodium-131 Sediaan Oral Untuk Diagnosis Dan Terapi Kanker Tiroid	2022

5	Metode Pembuatan Adsorben Nanokomposit Alumina-Chitosan Berbasis Ekstrak Daun Kembang Sepatu	2022
6	Metode Pembuatan Skandium-46 (⁴⁶ Sc) Radioisotop Tertutup Sebagai Standar Kalibrasi	2022
7	Senyawa Bertanda Samarium-153 Ethylenediamine Tetramethylene Phosphonic Acid (EDTMP) dan Proses Pembuatannya	2022

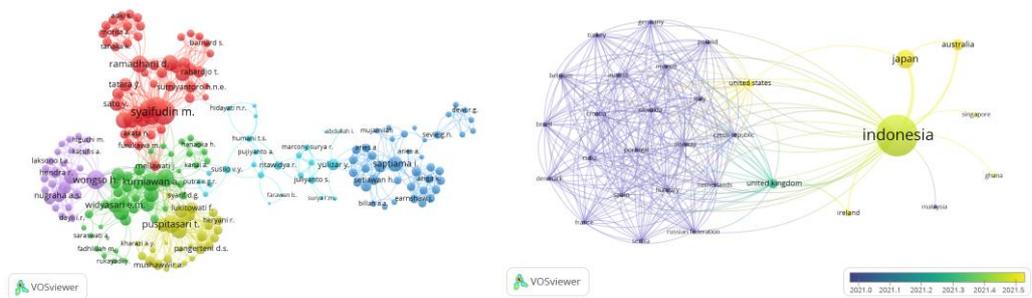
Penjelasan tentang kolaborasi penulis (*co-authorship*) terlihat dari 81 judul KTI yang ditulis oleh 279 penulis, sebanyak 217 penulis saling berjejaring hanya 62 penulis yang tidak berjejaring. Periset yang berjejaring terkelompok menjadi 6 kluster, dan terdapat 7 kluster yang tidak saling berjejaring dengan 6 kluster. Periset paling kolaboratif dari setiap kluster dapat dilihat pada Tabel 3. Namun terdapat 62 periset yang tidak saling berjejaring antara lain Suseno H namun memiliki jejaring sendiri dan berpengaruh pada kelompoknya dan memiliki *total link strength* 26 dan lainnya dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Penulis paling kolaboratif

Penulis	Kluster	Tautan	Jumlah tautan
Syaifudin M	1	41	92
Kurniawan A.	2	31	52
Saptiama I	3	32	35
Puspitasari T	4	29	48
Wongso H.	5	42	57
Yulizar Y.	6	21	22
Suseno H.	7	19	26
Hayashi S.	8	6	6
Ahid N.	9	7	7
Chairuman N.	10	7	7
Benanudin	12	4	4
Munir M.	11	4	7
Aziz A.	13	2	2

Peta kolaborasi yang berjejaring antar periset divisualisasi (Gambar 1). Kluster 1 (merah) terdiri atas 54 penulis yang saling berjejaring, dan yang paling berpengaruh adalah Syaifuddin M dengan total *link strength* 90, berjejaring dengan penulis dari Indonesia, Jepang dan Singapura. Kluster 2 berjejaring antara 43 orang, dan yang paling berpengaruh adalah Kurniawan A dengan *total link strength* 52. Pada kluster 3 (biru), 41 penulis yang saling berkolaborasi dan yang paling berpengaruh adalah Saptiama I dengan *total link strength* 35 dan berjejaring dengan penulis dari Indonesia, Jepang Australia, dan kluster 4-6 dapat dilihat pada Tabel 3.

Kolaborasi periset dengan negara lain adalah 30 negara. Japan paling banyak berkolaborasi, Australia, dan lainnya. Sepuluh urutan negara yang berpengaruh adalah Inggris yang memiliki *total link strength* 28, Amerika Serikat 24, Austria 23 dan lainnya dapat dilihat pada Tabel 4. Visualisasi kolaborasi antar negara terlihat dari semakin besar bulatan, semakin banyak kolaborasi terjadi seperti pada Gambar 2.



<https://tinyurl.com/2dsswluz>

Gambar 1. Visualisasi kolaborasi penulis

<https://tinyurl.com/2mmjz5lv>

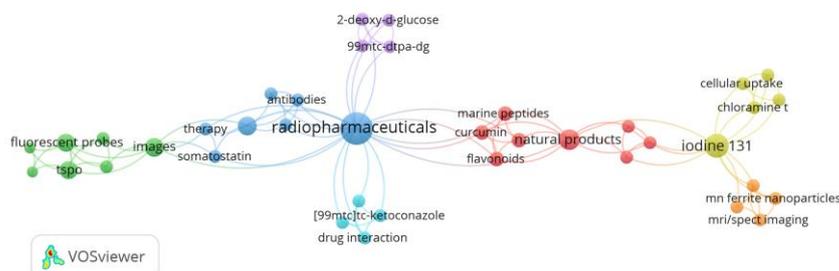
Gambar 2. Visualisasi kolaborasi antar negara

Tabel 4. Negara paling kolaboratif

Ranking	Negara	Dokumen	Jumlah link kuat
1	Indonesia	80	52
2	Jepang	16	18
3	Australia	6	8
4	Inggris	4	28
5	Irlandia	2	4
6	Amerika Serikat	2	24
7	Austria	1	23
8	Belgia	1	23
9	Brasilia	1	23
10	Kroasia	1	23

Pada bagian ini dijelaskan visualisasi tren riset di PRTRRB berdasarkan kata kunci menggunakan VOSviewer. Hasil visualisasi ditunjukkan oleh *link* (garis) antara node yang menggambarkan bahwa dua kata kunci muncul bersama dalam sebuah dokumen. Setiap tautan mempunyai nilai kekuatan masing-masing, dan mewakili jumlah artikel di mana dua kata kunci muncul secara bersamaan (*co-occurrence*). Kemunculan kata kunci yang lebih tinggi mencerminkan nilai kekuatan tautan yang lebih tinggi dan menyiratkan hubungan yang lebih kuat (van Eck & Waltman, 2023).

Tren riset dapat divisualisasikan dengan melihat frekuensi *co-occurrence* dari *author keywords* atau kata kunci. Setelah dilakukan validasi kata kunci menggunakan thesaurus INIS, ditemukan 192 kata kunci dan terkelompok menjadi 7 kluster, namun hanya 39 kata kunci yang saling berjejar seperti pada Gambar 3.



<https://tinyurl.com/2fmm55ra>

Gambar 3. Visualisasi jejaring tren riset 7 kluster berdasarkan *author keywords*

Herrero-Solana, 2017). Adapun fungsi dokumen paten adalah: 1) perlindungan hukum (hak eksklusif, memberikan lisensi, menggugat, meminta ganti rugi); 2) fungsi informasi: merupakan monopoli yang tidak tak terbatas, merupakan kewajiban pemohon untuk mengungkapkan invensinya kepada publik sehingga dapat digunakan sebagai sumber informasi dan ide (Rahayu & Nashihuddin, 2017). Selain memberikan perlindungan hukum dan insentif ekonomi bagi penemuan, paten mendorong pengembangan teknologi baru, produk komersial, dan dampak sosial yang signifikan.

B. Kolaborasi Periset

Pada Gambar 1 menampilkan visualisasi kolaborasi penulis, kolaborasi periset PRTRRB sangat kuat karena terlihat dari 279 penulis, sebanyak 217 yang saling berkolaborasi. Pada kluster 1 mencerminkan periset paling kolaboratif dengan jumlah 54 penulis yang saling berkolaborasi dari berbagai latar belakang institusi dan bidang ilmu pengetahuan. Kolaborasi pada kluster 1, periset produktif Syaifudin M selain periset paling produktif, juga paling berpengaruh dengan total *link strength* 90. Demikian pula pada kluster 2-7 masing-masing berkolaborasi baik dengan internal BRIN maupun dari eksternal dalam dan luar negeri. Hal ini menunjukkan kerjasama yang optimal untuk menghasilkan penelitian yang komprehensif dan memiliki dampak yang luas.

Oleh karena itu di BRIN, salah satu syarat untuk mengajukan proposal pendanaan riset, berkolaborasi dengan periset internal BRIN maupun eksternal seperti dapat diakses pada situs <https://pendanaan-risnov.brin.go.id/>. Pelaksanaan penelitian yang dilakukan dengan kolaborasi dari berbagai disiplin ilmu seperti kimia, biologi, farmasi, fisika, Teknik nuklir dan lainnya akan menghasilkan temuan dan inovasi yang optimal. Meskipun terdapat 62 penulis yang belum berkolaborasi atau terpisah dari topik radioisotop dan radiofarmaka dan biodosimetri, karena tahun 2021-2022 merupakan transisi dari penggabungan beberapa pusat riset yang memiliki subjek penelitian yang sama seperti.

Pada Gambar 2 terlihat kolaborasi periset PRTRRB dengan 29 negara lain menunjukkan para periset yang kolaboratif bukan hanya di internal saja. Melalui kolaborasi antar negara periset dapat bertukar data, metode penelitian, pemikiran inovatif, dan hasil penelitian untuk mengatasi tantangan global dan memperluas batas pengetahuan. Manfaat lain dari kolaborasi antar negara adalah dapat mempromosikan hasil penelitian antara negara dan menciptakan jaringan yang kuat serta mendorong kemajuan ilmu pengetahuan.

C. Tren /pemetaan hasil penelitian

Tren riset dapat divisualisasikan menggunakan aplikasi bibliometrik melalui unit analisis *co-occurrence*. Data *co-occurrence* menampilkan visualisasi jejaring antar kata kunci (*co-word*) yang terkelompok dalam kluster.

Pada Kluster 1 (merah) terkelompok 8 kata kunci yaitu *natural products; curcumin; flavonoids; hypoxanthine; labelling; marine peptides; radiolabeling; xanthines*. Kluster merah paling tren dengan topik tentang produk alami. Produk alami menurut (Wongso, 2022) menyediakan banyak prekursor yang relevan secara farmakologis untuk pengembangan berbagai molekul terkait obat, termasuk radiofarmasi. Salah satu produk alami adalah curcumin yang ditemukan dalam kunyit (temulawak), telah menarik perhatian para ilmuwan dengan sifat antiinflamasi dan antioksidannya yang kuat. Manfaat farmakologis kurkumin dan analognya, flavonoid, dan peptida laut dalam mengobati patologi manusia dan memberikan perspektif tentang potensi penggunaan senyawa bioaktif ini sebagai templat molekuler untuk desain dan pengembangan radiofarmasi baru (Wongso, 2022).

Penelitian terbaru berfokus pada meningkatkan stabilitas dan bioavailabilitas curcumin sehingga dapat digunakan dalam berbagai produk kesehatan dan kosmetik. Sementara itu, flavonoid, senyawa yang ditemukan dalam berbagai tumbuhan, juga sedang dipelajari untuk manfaatnya sebagai antioksidan dan antiinflamasi alami. Hypoxanthine, xanthine yang ditemukan dalam daging dan ikan, juga menarik minat peneliti, untuk mempelajari efek hypoxanthine pada kesehatan manusia. Selain itu, penelitian

tentang peptida laut sedang berkembang. Peptida tersebut didapatkan dari organisme laut, seperti ikan, krustasea, dan ganggang, memiliki sifat bioaktif yang menarik, termasuk aktivitas antimikroba dan antiinflamasi. *Radiolabeling* memberikan informasi penting tentang biodistribusi dan farmakokinetik suatu senyawa, yang sangat berguna dalam pengembangan obat. Melalui berbagai penelitian tersebut, para ilmuwan berharap untuk mengungkap potensi dan manfaat dari produk alami yang terkandung dalam kluster ini. Diharapkan penelitian tersebut akan membuka pintu bagi pengembangan produk baru yang aman, efektif, dan berkelanjutan untuk kesehatan dan kecantikan manusia.

Pada Kluster 2 (hijau) terkelompok 7 kata kunci yaitu: *fluorescent probes, images, tspo, biological evaluations, fluorescence imaging, ligands, neurodegenerative diseases*. Pengembangan teknologi pemetaan dan pencitraan yang presisi sangat penting, dan telah membuka jalan baru dalam memahami proses biologis di tingkat molekuler. Para peneliti tertarik pada pengembangan *probe fluoresen* yang dapat memvisualisasikan lokasi dan aktivitas molekul tertentu di dalam sistem biologis. Penggunaan teknik citra fluoresensi, telah memberikan wawasan penting tentang berbagai proses biologis yang terjadi dalam tubuh manusia. *Translocator Protein (TSPO)* adalah protein transmembran yang terlibat dalam mekanisme perlindungan seluler dan inflamasi.

Evaluasi biologis juga menjadi aspek penting dalam kluster tersebut. Para peneliti melakukan pengujian dan analisis untuk mengevaluasi efektivitas dan efisiensi dari *fluorescent probes* dan *ligand* yang dikembangkan. Evaluasi meliputi penilaian sifat fisikokimia, stabilitas, toksisitas, serta kemampuan probe untuk berinteraksi dengan target yang dituju. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa *probe fluoresen* dan *ligand* yang digunakan adalah yang terbaik dalam memberikan citra yang jelas dan akurat serta memiliki potensi aplikasi di bidang kesehatan. Penelitian dalam kluster tersebut memiliki implikasi penting dalam bidang penyakit *neurodegeneratif*. Secara keseluruhan, penelitian dalam kluster tersebut berfokus pada pengembangan probe fluoresen, citra, evaluasi biologis, dan *ligand* yang relevan dengan pemahaman penyakit neurodegeneratif. Harapannya, penelitian tersebut akan membawa pemahaman baru tentang proses biologis dan memberikan landasan untuk terapi yang lebih efektif dalam menghadapi tantangan penyakit neurodegeneratif. Berdasarkan hasil penelitian (Wongso et al., 2021), diusulkan agar probe fluoresen baru dapat digunakan untuk memvisualisasikan TSPO.

Pada Kluster 3 (hijau) terkelompok 7 kata kunci yaitu: *radiopharmaceuticals, peptides, antibodies, biological activities, bovine colostrum, somatostatin, dan therapy*. Pengembangan *radiopharmaceuticals* telah menjadi perhatian utama dalam penelitian dan pengobatan. *Radiopharmaceuticals* merupakan senyawa yang menggabungkan komponen radiolabel dengan molekul target yang spesifik, seperti peptides atau antibodi. Peptides dan antibodi merupakan dua kelas molekul yang banyak digunakan dalam pengembangan *radiopharmaceuticals*, memiliki afinitas tertinggi terhadap target spesifik dalam tubuh manusia, sehingga memungkinkan penargetan yang lebih tepat dalam diagnosis dan terapi penyakit. Penelitian tentang peptides dan antibodi dalam kluster ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengembangkan, dan memodifikasi molekul-molekul ini agar menjadi agen *radiopharmaceuticals* yang efektif.

Aktivitas biologis adalah untuk memahami bagaimana *radiopharmaceuticals* berinteraksi dengan target mereka dan bagaimana ini mempengaruhi efek biologis yang diinginkan. Studi ini untuk mengevaluasi aktivitas farmakologis, farmakokinetik, dan farmakodinamik dari agen *radiopharmaceuticals* yang dikembangkan, untuk memastikan efektivitas dan keamanan penggunaan agen ini dalam pengobatan.

Bovine colostrum (BC) merupakan susu awal yang dihasilkan sapi setelah melahirkan, telah digunakan untuk mengobati penyakit manusia seperti infeksi, radang, dan kanker. *Bovine colostrum* memiliki potensi memberikan perlindungan jangka pendek terhadap penyakit covid-19, dan dapat dieksplorasi sebagai prekursor untuk radiofarmasi berbasis peptide (Kusumaningrum et al., 2021).

Somatostatin, adalah polipeptida siklik yang berasal dari protein prekursor somatostatin yang diubah menjadi hormon peptide. Somatostatin dan analognya bertujuan untuk memahami peran dalam

pengaturan aktivitas biologis serta untuk mengembangkan radiopharmaceuticals yang berinteraksi dengan sistem somatostatin dalam tubuh. Berpotensi untuk memberikan terapi yang lebih efektif dan terarah dalam pengobatan penyakit seperti kanker khususnya pencitraan molekuler dan terapi tumor neuroendokrin (Ritawidya et al., 2022).

Pada kluster 4 (kuning) terkelompok 5 kata kunci yaitu *iodine 131*, *cellular uptake*, *chloramine T*, *estradiol*, *estrogen receptor*. Kluster tersebut berkaitan dengan penelitian tentang iodine 131, penyerapan seluler, *chloramine T*, *estradiol*, dan *reseptor estrogen*. Iodine 131 adalah isotop radioaktif iodin yang digunakan dalam pengobatan beberapa jenis kanker, terutama kanker tiroid. Senyawa ini memancarkan radiasi yang dapat merusak sel-sel kanker dan digunakan dalam terapi radioaktif untuk menghancurkan atau mengendalikan pertumbuhan sel kanker. Penelitian yang berkaitan dengan iodine 131 melibatkan pemahaman lebih lanjut tentang penyerapan seluler dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan sel kanker. Estradiol adalah hormon steroid yang bekerja sebagai reseptor estrogen agonis (ER). Senyawa ini banyak digunakan sebagai ligan dan berikatan secara spesifik dengan ER α . Estradiol, sebagai bentuk khusus dari estrogen, sering dipelajari dalam konteks reseptor estrogen dan pengaruhnya terhadap sistem hormon wanita. Pada penelitian ini dilakukan sintesis langsung estradiol menggunakan Iodine-131 akan dilakukan dengan menggunakan metode radioiodinasi. Salah satu indikator kanker payudara adalah status *Estrogen Receptors* (ER). Reseptor estrogen adalah protein yang terdapat pada sel-sel target yang merespons hormon estrogen. Pada kluster ini, penelitian berkaitan dengan pengaruh estradiol pada reseptor estrogen dan mekanisme aksi yang terlibat. Penelitian ini dapat melibatkan penelitian tentang aktivasi atau penghambatan reseptor estrogen oleh estradiol serta implikasinya dalam keseimbangan hormon dan kesehatan reproduksi (Daruwati et al., 2021). Penelitian tersebut bertujuan untuk memperdalam pemahaman penggunaan iodine 131 dalam terapi kanker, serta mempelajari mekanisme aksi dan pengaruh senyawa-senyawa seperti *chloramine T*, estradiol, dan reseptor estrogen dalam pengobatan dan kesehatan reproduksi.

Kluster 5 (ungu) terkelompok ke dalam 4 kata kunci yaitu: 2-deoxy-d-glucose, ^{99m}Tc-dtpa-dg, cancer, physicochemical. Kluster ini terkait dengan penelitian yang melibatkan 2-deoxy-D-glucose, ^{99m}Tc-DTPA-DG, kanker, dan fisikokimia. Penelitian dalam kluster ini berfokus pada pemahaman tentang sifat fisikokimia senyawa tersebut dan potensinya dalam pengobatan kanker. 2-deoxy-D-glucose merupakan senyawa yang memiliki struktur serupa dengan glukosa. Penelitian yang berkaitan dengan pemahaman lebih lanjut tentang efek dan potensi 2-deoxy-D-glucose dalam pengobatan kanker. Senyawa ini memiliki sifat yang membuatnya menarik dalam pengobatan, termasuk kemampuannya untuk mengganggu metabolisme sel kanker dan menghambat pertumbuhan mereka.

Kluster 5 (ungu) terkelompok ke dalam 4 kata kunci yaitu: 2-deoxy-d-glucose, ^{99m}Tc-dtpa-dg, cancer, physicochemical. Kluster ini terkait dengan penelitian 2-deoxy-D-glucose, ^{99m}Tc-DTPA-DG, kanker, dan fisikokimia. Salah satu metode deteksi yang saat ini digunakan untuk mendeteksi tumor dan jaringan metastatik dilakukan dengan radiofarmaka [18F] fluoro-2-deoxy-2-D-glucose (18F-FDG), dan pada penelitian sebelumnya telah dikembangkan radiofarmasi ^{99m}Tc-DTPA-deoxy-D-glucose (^{99m}Tc-DTPA-DG) yang aplikasinya menggunakan kamera gamma. ^{99m}Tc-DTPA-DG adalah senyawa radiolabel yang digunakan dalam pencitraan medis untuk mendeteksi kanker atau perubahan patologis pada jaringan tubuh. Fisikokimia adalah aspek penting dalam penelitian yang bertujuan untuk memahami sifat-sifat fisik dan kimia senyawa-senyawa, termasuk kelarutan, stabilitas, dan reaktivitas. Selain itu penting untuk merancang dan mengoptimalkan senyawa-senyawa ini agar memiliki sifat yang diinginkan dan efektivitas yang tinggi dalam pengobatan kanker. Fisikokimia yang dapat digunakan sebagai acuan dalam studi in-vivo radiofarmaka ^{99m}Tc-DTPA-DG (Widyasari et al., 2022).

Kluster 6 (cyan) terkelompok 4 kata kunci yaitu: [^{99m}Tc]tc-ketoconazole, candidiasis, drug interaction, dan ketoconazole. Kluster ini berkaitan dengan penelitian yang melibatkan [^{99m}Tc]Tc-ketoconazole, candidiasis, interaksi obat, dan ketoconazole. Penelitian dalam kluster ini berkaitan dengan pemahaman tentang sifat dan potensi [^{99m}Tc]Tc-ketoconazole dalam pengobatan infeksi jamur

candidiasis, serta interaksi obat yang terkait dengan penggunaan ketoconazole. Pemberian [^{99m}Tc]Tc-ketoconazole dapat mengubah aspek farmakologis termasuk interaksi obat dengan beberapa antijamur terutama ketoconazole yang biasa digunakan untuk pengobatan kandidiasis. Kandidiasis adalah infeksi jamur yang disebabkan oleh spesies *Candida*. (Kusumaningrum et al., 2021).

Pada kluster 7 (orange) terkelompok menjadi 4 kata kunci yaitu: mn ferrite nanoparticles, mri/spect imaging, nimotuzumab, piper nigrum. Penelitian dalam kluster ini bertujuan untuk memahami potensi penggunaan nanopartikel mn ferrite, nimotuzumab, dan piper nigrum dalam bidang pencitraan medis dan terapi. Nanopartikel mn ferrite merupakan partikel kecil yang terbuat dari campuran mangan dan besi, dan pada kluster ini berkaitan dengan penggunaan nanopartikel mn ferrite dalam pencitraan medis, terutama pencitraan MRI/SPECT. Nanopartikel ferit mangan (MnFe₂O₄ NPs) memperkenalkan platform serbaguna untuk mengembangkan sistem nano multifungsi untuk *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) dan modalitas Single-Photon Emission Computed Tomography (SPECT). *Nimotuzumab* adalah jenis antibodi yang digunakan dalam terapi kanker, terkait dengan penggunaan *nimotuzumab* sebagai agen terapeutik dalam pengobatan kanker (Rezka Putra et al., 2022).

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan disimpulkan bahwa para periset di PRTRRB - BRIN bidang nuklir selama 2021-2022 telah berkontribusi terhadap berbagai penelitian di bidang tersebut. Hal tersebut ditengarai dengan keterlibatan para periset di dalam jejaring penelitian baik nasional maupun internasional. Indikator berikutnya adalah pertumbuhan paten yang tinggi, hal tersebut menunjukkan bahwa periset BRIN bidang nuklir aktif berkontribusi untuk memberikan solusi terhadap permasalahan yang ada di bidang tersebut. Bidang yang paling banyak diteliti adalah bidang *radiopharmaceutical* terutama untuk pengobatan kanker (payudara, tiroid) menggunakan teknologi nuklir, dibantu dengan berbagai *natural product* (bahan alam) yang memanfaatkan aktivitas biologi misalnya, dari *curcumin*, *piper nigrum*.

REFERENSI

- Abdi, A., Idris, N., Alguliyev, R. M., & Aliguliyev, R. M. (2018). Bibliometric Analysis of IP&M Journal (1980–2015). *Journal of Scientometric Research*, 7(1), 54–62. <https://doi.org/10.5530/jscires.7.1.8>
- Andres, A. (2009). *Measuring Academic Research: How to Undertake a Bibliometric Study*. Elsevier.
- Braun, T., & Schubert, A. (2010). Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 2005–2009: A citation-based bibliography and impact analysis using Hirsch-type statistics. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 285(1), 1–168. <https://doi.org/10.1007/s10967-010-0571-z>
- Daruwati, I., Gwiharto, A. K., Kurniawan, A., Mahendra, I., Achmad, T. H., Syaifudin, M., & Muchtaridi, M. (2021). Synthesis, stability, and cellular uptake of ¹³¹I-estradiol against MCF7 and T-47D human cell lines as a radioligand for binding assay. *Heliyon*, 7(11), e08438. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08438>
- Ekmekcioglu, O., Evangelista, L., & Kunikowska, J. (2021). Women in nuclear medicine. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, 48(9), 2678–2679. <https://doi.org/10.1007/s00259-021-05418-9>
- Jürgens, B., & Herrero-Solana, V. (2017). Patent bibliometrics and its use for technology watch. *Journal of Intelligence Studies in Business*, 7(2). <https://doi.org/10.37380/jisib.v7i2.236>
- Kusumaningrum, C. E., Widyasari, E. M., Sriyani, M. E., & Wongso, H. (2021). Pharmacological activities and potential use of bovine colostrum for peptide-based radiopharmaceuticals: A review. *Pharmacia*, 68(2), 471–477. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.68.e65537>



- Lasnon, C., Girault, G., Lebtahi, R., Ansquer, C., Lequesne, J., & Quak, E. (2022). Female Authors in Nuclear Medicine Journals: A Survey from 2014 to 2020. *Journal of Nuclear Medicine*, 63(7), 995–1000. <https://doi.org/10.2967/jnumed.121.262773>
- Lioupis, M., & Syrmos, N. C. (2016). *Nuclear Medicine and its promising applications in gynecological cancers*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26929944/>
- Mardani, A. H., & Abdiazar, S. (2014). Global research status in leading nuclear science and technology journals during 2001-2010: A bibliometric analysis based on ISI Web of Science. *Library Review*, 63(4/5), 324–339. <https://doi.org/10.1108/LR-02-2013-0014>
- Osareh, F., Salehi Zahabi, S., & Akbarzadeh, F. (2022). Co-authorship Network Analysis of Medical Images Researchers with Emphasis on Micro and Macro Metrics. *Journal of Clinical Research in Paramedical Sciences*, 11(2). <https://doi.org/10.5812/jcrps-131621>
- Pattah, S. H. (2013). *PEMANFAATAN KAJIAN BIBLIOMETRIKA SEBAGAI METODE EVALUASI DAN KAJIAN DALAM ILMU PERPUSTAKAAN DAN INFORMASI*. 1(1).
- Piper, C. L., Scheel, J. R., Lee, C. I., & Forman, H. P. (2016). Gender Trends in Radiology Authorship: A 35-Year Analysis. *American Journal of Roentgenology*, 206(1), 3–7. <https://doi.org/10.2214/AJR.15.15116>
- Rahayu, R. N., & Nashihuddin, W. (2017). ANALISIS INFORMASI PATEN AMERIKA SERIKAT MENGENAI NUKLIR UNTUK PADI TAHUN 2007–2016. *Jurnal Perpustakaan Pertanian*, 26(1), 1. <https://doi.org/10.21082/jpp.v26n1.2017.p1-14>
- Rezka Putra, A., Yulizar, Y., Ritawidya, R., Oky Bagus Apriandanu, D., Juliyanto, S., Fikri, A., & Marcony Surya, R. (2022). Nimotuzumab iodine-131 conjugated with MnFe₂O₄ for potential dual-modality (MRI/SPECT) imaging nanoprobe. *Materials Science and Engineering: B*, 286, 116016. <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2022.116016>
- Ritawidya, R., Palangka, C. R. A. P., Humani, T. S., Susilo, V. Y., Darojatin, I., & Pujiyanto, A. (2022). Somatostatin Analog-Based Radiopharmaceuticals for Molecular Imaging and Therapy of Neuroendocrine Tumors. *Indonesian Journal of Pharmacy*, 333–352. <https://doi.org/10.22146/ijp.2514>
- Rosas, S. R., Kagan, J. M., Schouten, J. T., Slack, P. A., & Trochim, W. M. K. (2011). Evaluating Research and Impact: A Bibliometric Analysis of Research by the NIH/NIAID HIV/AIDS Clinical Trials Networks. *PLoS ONE*, 6(3), e17428. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017428>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2023). *VOSviewer Manual*.
- Vijayakumar, P., Sivasubramaniyan, G., & Rao, S. (2019). Bibliometric Analysis of Indian Journal of Nuclear Medicine (2014 – 2018). *Indian Journal of Information Sources and Services*, 9(1), 122–127. <https://doi.org/10.51983/ijiss.2019.9.1.581>
- Widyasari, E. M., Hudriyah, A. N., Nuraeni, W., Wibawa, T. H. A., & Sriyani, M. E. (2022). Physicochemical characteristic of ^{99m}Tc-DTPA-deoxy-D-glucose radiopharmaceutical. *AIP Conference Proceedings*, Volume 2493. <https://doi.org/10.1063/5.0110202>
- Wongso, H. (2022). Natural product-based radiopharmaceuticals: Focus on curcumin and its analogs, flavonoids, and marine peptides. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 12(3), 380–393. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2021.07.006>
- Wongso, H., Yamasaki, T., Kumata, K., Ono, M., Higuchi, M., Zhang, M., Fulham, M. J., Katsifis, A., & Keller, P. A. (2021). Design, Synthesis, and Biological Evaluation of Novel Fluorescent Probes Targeting the 18-kDa Translocator Protein. *ChemMedChem*, 16(12), 1902–1916. <https://doi.org/10.1002/cmdc.202000984>