

PETROGENESA GRANODIORIT DAERAH WARIORI INDAH DAN SEKITARNYA PADA FORMASI KEMUM, DISTRIK MASNI, KABUPATEN MANOKWARI, PAPUA BARATAriiq Dessindra¹, Ildrem Syafri¹, Aton Patonah¹¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung

Email Korespondensi: ariiqdsndr@gmail.com

ABSTRACT

The Wariori Indah area is located in Masni District, Manokwari Regency, West Papua Province is an area that has abundant natural resources and high geological economic potential. This study examines the characteristics of granodiorite in Wariori Indah area using a petrology, petrography and geochemical analysis such as XRF (X Ray Fluoresence) and ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) so that petrogenesis can be interpreted. The Granodiorite in Wariori Indah area microscopically have phaneritic granularity, holocrystalline, subhedral-anhedral texture with mineral composition of K-feldspar, quartz, plagioclase with other minerals such as amphibole, biotite, sericite, chlorite and opaque. 3 samples of granitoid rocks showed the $A/N+K+C < 1$ molar ratios belonging to the peraluminous S-type granite. The rock forming magma in Wariori Indah area is calc-alkaline series, precisely in island arc tectonic setting associated with subduction which characterized by the small value of Nb and Ta. It formed at temperatures ranging from 719-774°C with a specific gravity of 2,65-2,69 gram/cm³ based on normative calculation CIPW.

Keywords: Granodiorite, Wariori Indah, Type S Granite, Calc-alkaline, Island arc

ABSTRAK

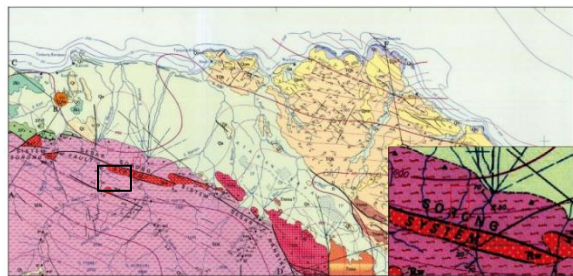
Daerah Wariori Indah terletak di Distrik Masni, Kabupaten Manokwari, Papua Barat merupakan daerah yang memiliki sumber daya alam melimpah dan geologi ekonomi yang tinggi. Penelitian ini mengkaji karakteristik granodiorit daerah Wariori Indah dengan pendekatan analisis petrologi, petrografi dan analisis geokimia menggunakan metode XRF dan ICP-MS sehingga dapat diinterpretasikan petrogenesanya. Batuan granodiorit daerah Wariori Indah secara mikroskopis memiliki granularitas faneritik, holokristalin, inequigranular, bentuk mineral subhedral-anhedral dengan komposisi mineral K-feldspar, kuarsa, plagioklas, dengan mineral lainnya seperti amfibol, biotit, serisit, klorit dan opak. 3 sampel dari batuan granitoid menunjukkan hasil rasio $A/N+K+C > 1$ molar termasuk ke dalam tipe granit-S peralumina. Magma pembentuk batuan daerah Wariori Indah merupakan seri *calc-alkaline* tepatnya pada tatanan tektonik *island arc* yang berkaitan dengan subduksi yang dicirikan oleh nilai Nb dan Ta yang kecil. Batuan terbentuk pada temperature yang berkisar 719-774°C dengan berat jenis 2,65 – 2,69 grams/cm³ berdasarkan kalkulasi normatif CIPW.

Kata kunci: Granodiorit, Wariori Indah, Granit Tipe S, *Calc-alkaline*, *Island arc*

PENDAHULUAN

Daerah Wariori Indah, Distrik Masni, Kabupaten Manokwari, merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi mineral ekonomi yang tinggi. Berdasarkan peta geologi regional pada daerah penelitian terdapat batuan beku Granodiorit Wariki (TRW), yang umur K-Ar nya berkisar dari 226-258 juta tahun, tetapi sebagian besar menunjukkan Trian (Bladon, 1988). (Gambar 1).

Granodiorit merupakan kelompok dari batuan granitoid. Batuan ini merupakan batuan yang sangat istimewa karena keberadaannya berasosiasi dengan keberadaan mineral bijih yang bernilai ekonomis (Setijadji, 2011) terbukti



Gambar 1. Daerah Penelitian berdasarkan Badan Geologi (Peta Geologi Lembar Manokwari, Irian Jaya, 1989)

dengan adanya penambang emas lolal di sekitar daerah penelitian. Fokus penelitian adalah mengidentifikasi karakteristik granodiorit, di daerah penelitian dengan pendekatan analisis petrologi dan petrografi sehingga dapat diketahui asal magma, jenis magma, dan genesa pembentukan batuan granodiorit di Daerah Wariori Indah dan sekitarnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Manokwari meliputi lima mandala geologi (Robinson dan Pieters (1989)). Mandala itu ialah bongkah (Blok) Kemum, Bongkah Tamrau, Bongkah Arfak, Sistem Sesar sorong dan Ransiki, dan Cekungan Manokwari. Daerah Wariori Indah termasuk ke dalam blok kemum, yang terbentuk oleh Formasi Kemum yang berumur Silur hingga Devon berupa endapan malih derajat rendah sampai menengah yang terdiri dari kuarsit malihan, batusabak, rijang, sekis, sekis hijau dan granodiorit.

Daerah penelitian masuk ke dalam Bongkah kemum (Pieters et al, 1989). Bongkah kemum ini dibatasi oleh Sistem Sesar Sorong di utara dan Sistem Sesar Ransiki di timur. Formasi Kemum diterobos Granodiorit Wariki yang masuk setelah tahap deformasi dan pemalihan, tetapi kemungkinan juga bersamaan dengan tahap kedua

pemalihan. Urat Granit, aplit dan pegmatite mengikuti lapisan yang terlipat atau memotong seluruhnya dengan batuan terobosan yang lebih besar umumnya untuk sebagian terkristalkan kembali mengandung *lenses* dan *rods* kuarsa sekunder.

Batuan granitoid yang ada di Papua terdapat pada dua kompleks wilayah. Kompleks yang pertama ada Kompleks Kepala Burung (Setijadji, 2011) dan Papuan Fold Belt (Garwin, 2013). Daerah penelitian termasuk kedalam Kompleks Kepala Burung, batuan granitoid di wilayah ini terdistribusi pada Siwi Atas, Arfak dan Nabire Timur. Granitoid yang ada di wilayah Kompleks Kepala Burung merupakan granitoid tipe-S (Setijadji, 2011). Mineral utama penyusun batuan granitoid adalah biotit, muskovit, garnet, kasiterit, kordierit. Batuan granitoid pada wilayah ini berumur Permian hingga Triassik.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian meliputi observasi lapangan, analisis petrografi dan analisis geokimia. Data petrografi digunakan untuk mengidentifikasi tekstur, kandungan dan paragenesis mineral sedangkan data geokimia sebagai data primer dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui karakteristik magma dan lingkungan tektonik.

Data lapangan yang berguna untuk menentukan posisi stratigrafi batuan Granodiorit Wariori Indah dengan batuan di sekitarnya. Sampel batuan granodiorit diambil di bagian tengah hingga selatan daerah penelitian. Sampel-sampel batuan dari lapangan, kemudian dibawa ke laboratorium untuk analisis petrografi dan geokimia. Persiapan dan analisis petrologi dilakukan di Lab. Petrologi dan Mineralogi FTG Universitas Padjadjaran. Preparasi sampel meliputi pemotongan hingga pemolesan sampel menjadi bagian tipis yang kemudian dianalisis di bawah mikroskop cahaya terpolarisasi untuk mengidentifikasi tekstur, struktur dan komposisi mineral penyusun batuan granitoid. Sementara itu, analisis geokimia dilakukan di Intertek Jakarta, menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF) untuk mendapatkan konsentrasi oksida mayor dan *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS) untuk mendapatkan unsur mayor dan minor konsentrasi termasuk unsur jejak dan unsur tanah jarang (REE).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Petrologi

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan (Gambar 2), secara megaskopis batuan granodiorit pada daerah penelitian memiliki warna segar putih keabuan dan warna lapuk putih kecoklatan. Batuan ini memiliki <20% mineral mafik dengan indeks warna leukokratik, memiliki granularitas porfiritik - faneritik, Ukuran kristal halus - sangat kasar. Batuan ini secara umum memiliki keseragaman kristal inequigranular dengan struktur masif. Komposisi mineral penyusun batuan granodiorit adalah kuarsa 20-30%, plagioklas 30-40%, K-feldspar 40-60%, biotit 5-10%. Penamaan batuan berdasarkan indeks warna dan komposisi mmineral penyusun termasuk kedalam Granodiorit (Streickeisen 1976).



Gambar 2. Gambar Jauh dan Dekat Pada Intrusi Granodiorit

Petrografi

Granodiorit daerah penelitian secara umum memiliki karakteristik granularitas faneritik, holokristalin, inequigranular, bentuk mineral anhedral. Komposisi mineral utama dari batuan ini terdiri atas K-feldspar 30-45%, kuarsa 25-30%, plagioklas 10-12%, biotit 1-15%, muskovit 1-10%, serisit 1-3 %, klorit 1-2%, opak 1% (Gambar 3).

1. K-feldspar berwarna transparan, biasrangkap rendah, memiliki tekstur pertit, relief rendah, berukuran 0,7-2,1 mm dengan bentuk mineral subhedral-anhedral, menunjukkan pepadaman gelombang dijumpai kembaran tartan dibeberapa bagian (Gambar3).
2. Kuarsa berwarna jernih, relief sedang, berukuran 0,7-2,1 mm dengan bentuk mineral subhedral-anhedral,

menunjukkan pepadaman gelombang dijumpai (Gambar 3).

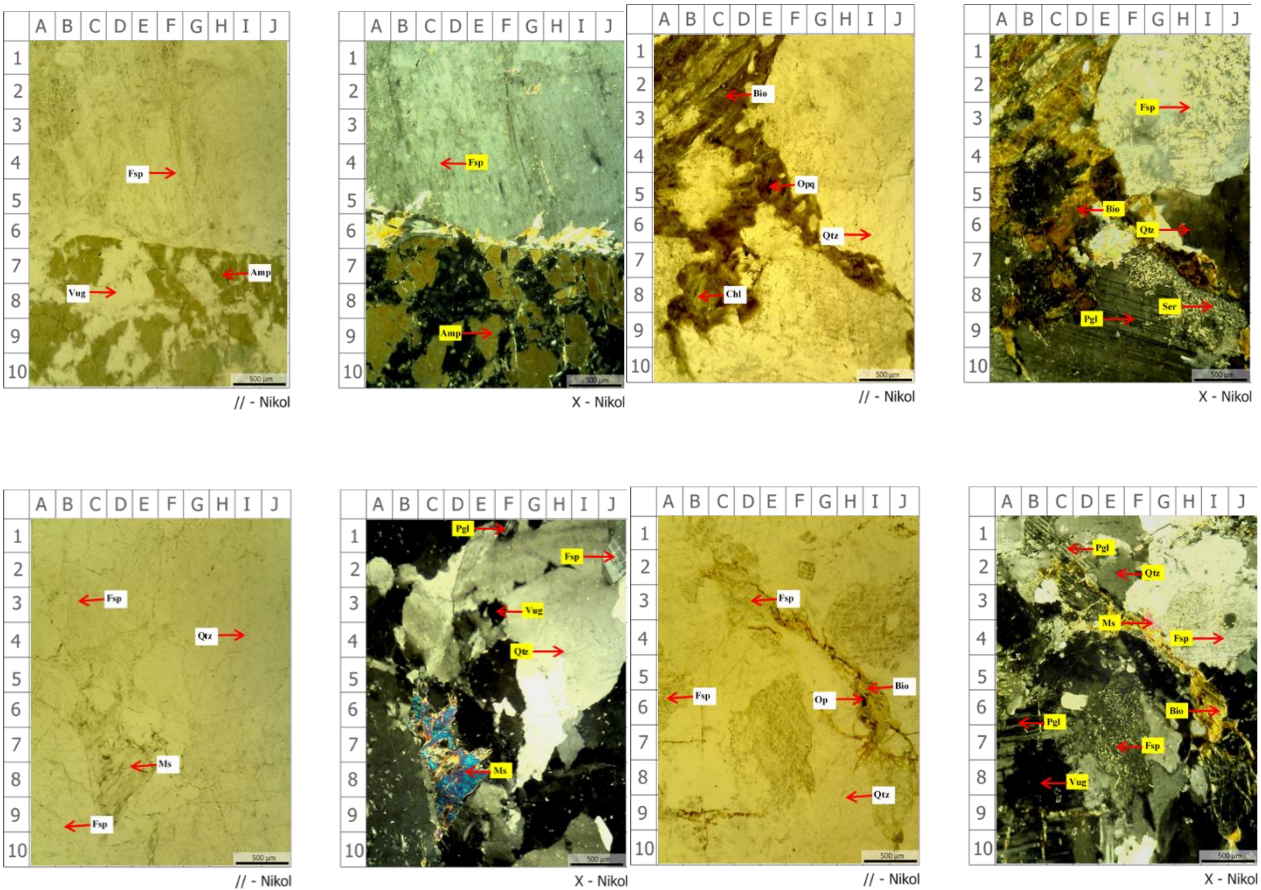
3. Plagioklas menunjukkan tak berwarna, biasrangkap rendah, relief rendah, berukuran 0,8-1,2 mm, bentuk mineral anhedral. Menunjukkan pepadaman yang bergelombang dan ditemukan kembaran albit (Gambar 3).
4. Biotit berwarna hijau, pleokroisme sangat kuat, berlembar, terdapat perlengkungan bidang belah, berukuran 0,15-3,4 mm dengan ukuran rata-rata 1,6 mm, memiliki bentuk mineral tabular (Gambar 3).
5. Muskovit tak berwarna, berlembar, biasrangkap sedang-tinggi, relief rendah menunjukkan pepadaman bergelombang dan bentuk mineral pipih berukuran 0,25-0,62 mm (Gambar 3).
6. Opak berwarna hitam, bersifat isotrop, berukuran 0,062mm, bentuk mineral anhedral (Gambar 3).
7. Serisit merupakan mineral sekunder yang hadir dari ubahan mineral K-feldspar dan plagioklas. Mineral ini memiliki deskripsi tak berwarna, relief rendah, berserabut, biasrangkap tinggi, berukuran sangat halus. Umumnya dijumpai mengisi urat (Gambar 3).
8. Klorit merupakan mineral sekunder yang hadir dari ubahan muskovit dan biotit. Mineral ini memiliki deskripsi warna hijau, berserabut, relief rendah dan berukuran halus (Gambar 3).

Paragenesa Mineral

Tabel 1

Mineral	Proses Pembentukan	
	Primer	Sekunder
Biotit	—	
Plagioklas	————	
K-feldspar	————	
Muskovit	—	
Kuarsa	————	
Opak	—	
Serisit		————
Klorit		——

Paragenesa mineral dapat dianalisis dari posisi mineral pada deret reaksi bowen dan inklusi minera. Mineral opak terbentuk lebih dahulu dikarenakan kehadirannya



Gambar 3. Photo Mikrograf Granodiorit.

sebagai inklusi di dalam mineral primer. Tekstur pertit yang menandakan waktu pembentukan yang sama antara K-felspar dan plagioklas. Selanjutnya mineral sekunder hadir, setelah mineral primer terbentuk.

Analisis Geokimia

Metode XRF (*X Ray Fluorescence*) (Tabel 2) dan ICP-MS (*Inductively Couple Plasma-Mass Spectrometry*) (Tabel 3) yang dilakukan di laboratorium Intertek terhadap 3 sampel batuan yang ada pada daerah penelitian. Hasil dari analisis ini menghasilkan persen berat unsur kimia oksida utama dan unsur jejak. Berdasarkan nilai-nilai yang ada dari hasil analisis geokimi tersebut, dapat ditentukan nama batuan, jenis seri magma, lingkungan asal magma, tipe granodiorit, pendugaan suhu magma dan penentuan lingkungan tektonik.

Tabel 2 Kandungan senyawa oksida pada daerah penelitian berdasarkan uji XRF

Kode Sampel Komp Senyawa (wt%)	21JB16	21JB19	21JB21
SiO ₂	75,32%	50,24%	76,35%
Al ₂ O ₃	14,46%	15,40%	14,45%
TiO ₂	0,01%	0,76%	0,03%
Fe ₂ O ₃	1,47%	8,04%	1,24%
Cr ₂ O ₃	<0,01%	<0,01%	<0,01%
MgO	0,13%	1,14%	0,11%
CaO	0,60%	9,78%	0,80%
NaO ₂	3,92%	0,92%	4,19%
K ₂ O	5,14%	1,99%	1,90%
MnO	0,01%	0,18%	0,08%
P ₂ O ₅	0,133%	0,145%	0,077%
S	<0,002%	<0,002%	<0,002%
LOI	0,54%	11,38%	0,99%

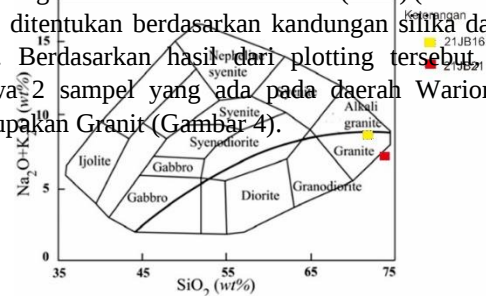
Tabel 3 Kandungan Unsur Jejak pada daerah penelitian berdasarkan uji ICP-MS

Trace element	Concentration (ppm)		
	21JB16	21JB19	21JB21
Ni	4	32	5
Cr	8	53	5
Cu	<1	11	2
Zn	17	109	9
V	1	172	2
Ag	<0,1	<0,1	<0,1
As	<1	14	<1
Ba	82	280	36
Be	3,2	1,5	2,4
Bi	0,28	0,23	1,08
Cd	<0.05	<0,05	0.07
Co	<1	16	<1
Cs	5,8	6,3	1,9
Ga	16,7	18,7	16,2
Ge	3,4	1,7	2,7
Hf	0,1	1	0,3
In	0,07	0,1	0,05
Li	3,3	52,7	6,7
Mo	0,2	<0,1	<0,1
Nb	4,1	6,5	12,8
Pb	31	15	22
Rb	268	93,8	75,4
Re	<0,05	<0,05	<0,05
Sb	<0,1	0,3	<0,1
Se	<1	1	<1
Sn	4,2	2,3	4,6
Sr	99,2	160	44
Ta	0,86	0,52	2,1
Te	0,2	<0,1	<0,1
Th	0,96	6,72	6,72
Ti	1,16	0,27	0,25
U	0,72	0,65	8,57
W	1,1	1	2,6
Y	4,7	20	28,9
Zr	1,1	78,9	4,7
Ce	3,9	40,4	18,6
Dy	0,9	3,3	4,5

Trace element	Concentration (ppm)		
	21JB16	21JB19	21JB21
Er	0,3	1,2	2,6
Eu	0,1	1,6	0,2
Gd	0,7	4,8	3,3
Ho	0,1	0,5	1
La	2,2	20,8	7,6
Lu	0,05	0,1	0,54
Nd	1,6	21,2	8
Pr	0,42	5,49	2,03
Sm	0,6	4,4	2,5
Tb	0,16	0,6	0,62
Tm	<0,1	0,2	0,5
Yb	0,4	0,9	3,9

Jenis Batuan

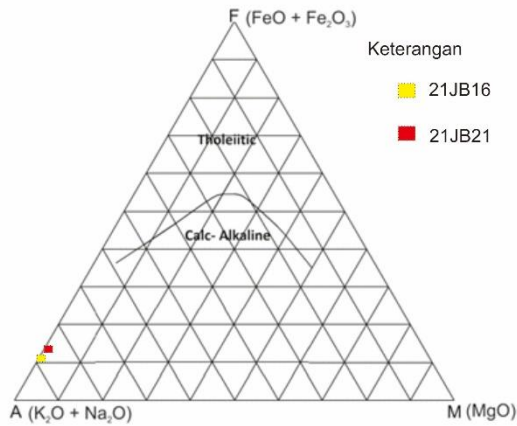
Penentuan jenis batuan dilakukan dengan cara plotting pada diagram Total Alkali dan Silika (TAS) (Wilson, 1989) yang ditentukan berdasarkan kandungan silika dan alkali total. Berdasarkan hasil dari plotting tersebut, terlihat bahwa 2 sampel yang ada pada daerah Wariori Indah merupakan Granit (Gambar 4).



Gambar 4. Jenis Batuan daerah penelitian berdasarkan diagram TAS (Wilson, 1989)

Seri Magma

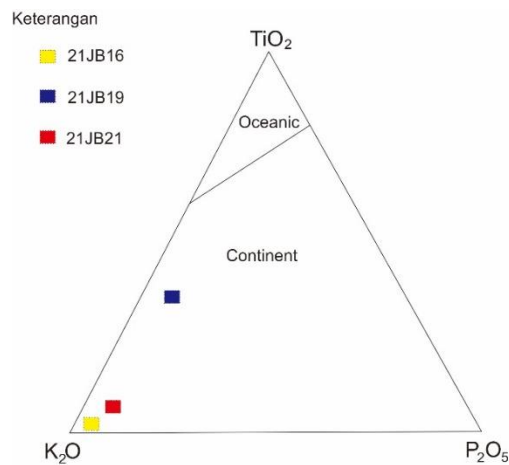
Afinitas magma ditentukan berdasarkan plotting pada diagram AFM Irvine dan Baragar (1971) dengan parameter kandungan persentase berat anantara A ($K_2O + Na_2O$), F (Feo total) dan M (MgO). Hasil plotting tersebut menunjukkan sampel pada daerah penelitian berasal dari seri magma *calc-alkaline* (Gambar 5).



Gambar 5. Diagram AFM daerah penelitian berdasarkan (Irvine dan Baraga, 1971)

Asal Magma

Penentuan asal magma dilakukan dengan plotting diagram Pearce (1977) berdasarkan kandungan K_2O , TiO_2 dan P_2O_5 . Hasil dari plotting tersebut menunjukkan batuan yang ada di daerah penelitian berasal dari magma continental (Gambar 6) dengan kandungan K_2O yang sangat tinggi.

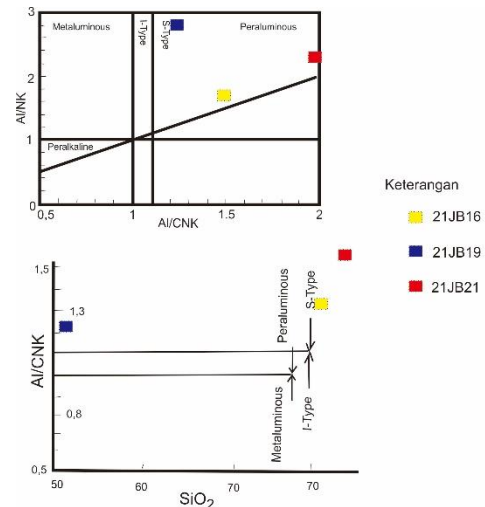


Gambar 6 Diagram Asal Penentuan Magma (Pearce, 1977)

Klasifikasi Batuan Berdasarkan Kejenuhan Al/CNK, A/NK dan SiO_2

Penentuan batuan berdasarkan saturasi alumina dan silika dapat pula menentukan tipe granit. Hal tersebut ditentukan melalui plotting diagram mengikuti Chappel dan White (1974).

Hasil plotting pada 2 diagram menunjukkan hasil yang sama bahwa batuan yang ada pada daerah penelitian termasuk ke dalam kelompok batuan peraluminous, granit tipe S (Gambar 7).



Gambar 7. Diagram Saturasi Alumina dan pembagian tipe Granit (Chappel dan White, 1974)

Pendugaan Suhu Magma

Pendugaan suhu magma asal dan berat jenis batuan ditentukan berdasarkan hasil perhitungan dari kalkulasi normatif CIPW. Pendugaan suhu magma dapat dikaitkan pada saat kristal pertama kali mulai terbentuk dalam kondisi yang seimbang, sementara berat jenis batuan didapat dari pengukuran massa setiap mineral penyusun batuan terhadap volume batuan. Suhu magma diperkirakan berkisar antara 719-774°C dengan berat jenis 2,65 – 2,69 gram/cm³ (Tabel 3).

Tabel 4 Pendugaan Suhu Magma dan Berat Jenis

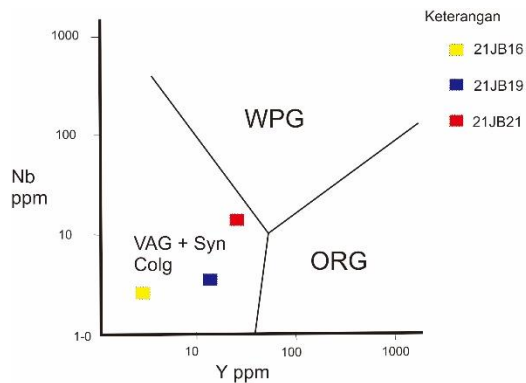
Kode Sampel/nama batuan	Suhu (°C)	Berat Jenis (gram/cm ³)
21JB16/Granit	774	2,65
21JB21/Granit	719	2,69

Lingkungan Tektonik

Untuk menentukan lingkungan dan *tectonic setting* yang mengatur pembentukan batuan pada daerah penelitian, membutuhkan unsur berupa unsur jejak berupa Nb untuk di plot pada diagram diskriminan tektonik batuan granit (Pearce, et al, 1984)

Hasil plotting diagram unsur Y terhadap Nb menunjukkan bahwa seluruh batuan yang ada pada daerah penelitian terbentuk di setting tektonik VAG+syn-COLG (*Volcanic Syn Collision Granite*) (Gambar 8). Kandungan Y yang

rendah identic dengan lingkungan *Volcanics Arc Granite* (VAG).



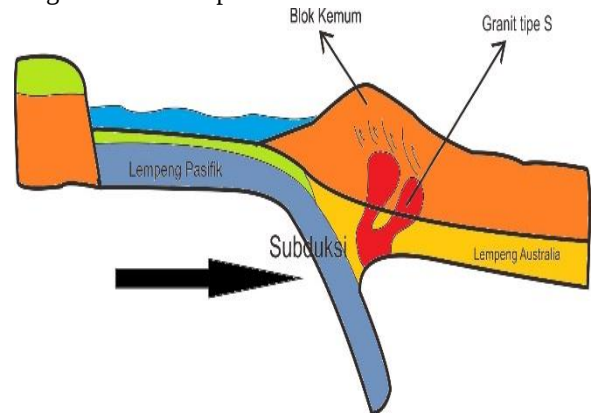
Gambar 8 Diagram Tatanan Tektonik Granit daerah penelitian (Pearce, dkk, 1984).

PEMBAHASAN

Batuan yang ada pada daerah penelitian memiliki struktur masif, sehingga diduga menunjukkan proses pendinginan yang relatif lambat dicirikan dengan tekstur yang relatif kasar – sangat kasar. Secara mikroskopis, batuan pada daerah penelitian memiliki tekstur pertit yang menunjukkan adanya *intergrowth* antara *feldspar potasic* dan *feldspar sodic* dari 2 eksolusi mineral, mendukung kepada data sebelumnya bahwa batuan ini terbentuk di bawah permukaan bumi (plutonik). Kehadiran mineral muskovit dan biotit pada sebagian besar sampel batuan, merupakan penciri granitoid tipe-S (Setijadji, 2011).

Afinitas magma *calc-alkaline* dan kandungan K tinggi menunjukkan bahwa batuan terbentuk di kerak batuan yang lebih tebal. *Crustal contamination* atau asimilasi ditunjukkan dengan peningkatan SiO_2 dan Al_2O_3 pada pembekuan magma. Hal tersebut ditunjukkan oleh penurunan suhu pada pembekuan magma berbanding lurus dengan peningkatan kandungan SiO_2 dan Al_2O_3 serta pengurangan $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$. Granodiorit pada daerah penelitian termasuk kedalam granit tipe S berdasarkan plotting ke diagram binner (Chappel dan White, 1974). Chappel dan White (1984) menyebutkan pelelehan metasedimen sumber granit tipe S terjadi pada suhu 800°C sedangkan menurut Clemens dan Watkins (2001) terjadi pada suhu 850°C . hal tersebut dapat dibuktikan dengan pendugaan suhu pembentukan Granodiorit Wariori Indah dengan rata-rata suhu pembentukan 850°C .

Lingkungan tektonik Granodiorit Wariori Indah menurut diagram tatanan tektonik granit (Pearce, et al, 1984) terbentuk pada tatanan VAG+syn-COLG (*Volcanic Syn Collision Granite*) (Gambar 8). Kandungan Y yang rendah identic dengan lingkungan *Volcanics Arc Granite* (VAG). Berdasarkan regional daerah penelitian serta data-data dari geokimia pada sampel batuan yang mendukung, diasumsikan bahwa tektonik setting yang paling memungkinkan untuk pembentukan Granodiorit Wariori



Gambar 9. Interpretasi Model Tektonik Setting pembentukan Granodiorit daerah penelitian.

Indah bermula dari adanya tumbukan antara Lempeng Samudra Pasifik yang bergerak ke barat – barat daya menumbuk Lempeng Oseanik yang merupakan transisi Lempeng Benua Indo – Australia yang bergerak ke arah utara. Tumbukan tersebut mengakibatkan Lempeng Samudra Pasifik tersungup ke bawah Lempeng Oseanik dan Membentuk zona subduksi yang memicu terjadinya metamorfisme regional yang tersingkap menjadi blok kemum, kemudian tumbukan tersebut membentuk busur kepulauan (*island arc*). Pembentukan *island arc* ini selaras dengan data geokimia batuan granodiorit yang menunjukkan *island arc* sebagai tempat pembentukannya, kemudian *island arc* yang di dorong oleh Lempeng Samudra Pasifik menumbuk lempeng Benua Indo-Australia bagian ujung yang merupakan *island arc* dari tumbukan sebelumnya. Lempeng Samudra Pasifik yang tersungup menghasilkan magma baru yang kemudian tersingkap akibat aktivitas subduksi sebagai batuan Granodiorit yang masuk mengintrusi blok kemum. Hal ini juga didukung dari peneliti sebelumnya yang menyatakan bahwa batuan granitoid yang ada pada kepala burung yang berumur Permian – Triassik terbentuk di *active continental margin* yang menjelaskan keberadaan zona subduksi (Setijadji, 2011). Setijadji (2011) dalam Syaeful., et al. (2013) menyebutkan tatanan tektonik penyebab batuan granitoid daerah kepala burung tersingkap adalah pada fase tumbukan antara batas utara lempeng tektonik Indo-Australia dengan lempeng tektonik pasifik pada Permian-Triassik.

KESIMPULAN

Hasil analisis petrografi dan analisis geokimia menunjukkan bahwa granodiorite Wariori Indah memiliki karakteristik granularitas faneritik, holokristalin, inequigranular, bentuk mineral anhedral, tekstur pertit. Afinitas magmatik batuan ini adalah seri *calc-alkaline* yang mengindikasikan berasosiasi dengan subduksi pada *active continental margin*. Asal magmanya itu sendiri adalah peraluminous tipe-S. memiliki kaitan yang erat dengan VAG (*Volcanic Arc Granit*) didukung dengan kandungan nilai Nb dan Ta yang rendah menandakan bahwa daerah penelitian merupakan *island-arc calc-alkaline*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bladon, G.M. 1988. *Preliminary geological report*. Indonesia-Australia Geological Mapping Project, 79pp.
- Chappel, B.W. White, A.J.R. 1974. *Two Contrasting Granite Types*. Pacific Geology 8, pp.173-174.
- Clemens J.D. 2003. *S-type Granitic magma – petrogenetic issues, models and evidence*, Earth-Sci. Rev. 61: pp.1-18.
- Garwin, S. 2013. *The Tectonic and Geological Framework of New Guinea and the Relationships to Gold Copper Metallogeny*. Proceedings of Papua and Maluku Resource, MGEI Annual Convention. Pp. 125-138.
- Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A. 1971. *A Guide to The Chemical Classification of The Common Volcanic Rocks*. Canada Journal of Earth Science, 8, pp.523-548.
- Morrison, Kingston. 1997. *Important Hydrothermal Minerals and Their Significance*, 6th ed. Geothermal and mineral services division, Kingston Morrison Limited.
- Pearce. Harris. Tindel. 1984. *Trace Element Discrimination Diagrams For The Tectonic Interpretation of Granitic Rocks*. Journal of Petrology, v. 25.
- Robinson, G.P., Ratman, N., dan Pieters P.E. 1990. *Geologi Lembar Manokwari*, Irian Jaya. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Departemen Pertambangan dan Energi.
- Setijadji, L. D. 2011. *New Insight on Granitic Rocks and Their Associated Metallogeny in Indonesia*. Proceedings of the 1st Asia Africa Mineral Resources Conference.
- Streckeisen, A. 1976. *To Each Plutonic Rock its Proper Name*. Earth Sci. Rev. 12, 1-33.
- Wilson, M. 1989. *Igneous Petrogenesis*. Harper Collins Academic, Hammersmith. London.