

JURNAL METAMORFOSA
Journal of Biological Sciences
ISSN: 2302-5697
<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>

**Prevalensi Kemampuan Mengecap *Phenylthiocarbamide* (PTC) Pada Penduduk Pulau Gili
Ketapang Kabupaten Probolinggo**

**Prevalence of Phenylthiocarbamide (PTC) Taste Sensitivity at The Population
of Gili Ketapang Island in Probolinggo Regency**

Rike Oktarianti^{1*}, Siti Agustina Wulandari², Hidayat Teguh Wiyono³, Mahriani⁴,

^{1,2,3,4}*Jurusan Biologi, Fakultas MIPA Universitas Jember, Jember*

**Email: rike.fmipa@unej.ac.id*

INTISARI

Salah satu sifat hereditas yang diturunkan oleh gen dominan autosomal adalah kemampuan mengecap rasa pahit dari *Phenylthiocarbamide* (PTC). Alel yang menentukan kemampuan seseorang dalam mengecap PTC (taster) adalah alel dominan, sedangkan alel non taster ditentukan oleh alel resesif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase taster dan non taster terhadap PTC, frekuensi alel taster dan non taster, dan pola pewarisan dari keluarga non taster pada penduduk pulau Gili Ketapang, kabupaten Probolinggo. Penentuan sampel dilakukan secara acak. Deteksi kemampuan mengecap PTC dilakukan dengan cara responden diminta merasakan larutan PTC. Larutan PTC yang digunakan adalah dari konsentrasi terendah (P14) hingga konsentrasi tertinggi (P1). Hasil penelitian menunjukkan bahwa prevalensi taster adalah 96,88% dan non taster 3,12%. Frekuensi alel non taster (t) dan taster (T) berturut-turut adalah 0,17 dan 0,83. Hasil analisis pedigree menunjukkan bahwa individu non taster dilahirkan dari pasangan taster heterozigot (suami istri adalah Tt) atau dari pasangan taster heterozigot (Tt) dengan non taster (tt).

Kata kunci: Phenylthiocarbamide (PTC), taster, non-taster.

ABSTRACT

The taste of sensitivity of phenylthiocarbamide (PTC), is autosomal dominant trait inherited. The taster controlled by dominant allele while the non taster determined by recessive allele. The purpose of the study is to investigate the prevalence of taster and non taster, gene frequency of taster and non taster and pedigree analysis of non taster samples of Gili Ketapang island population in Probolinggo regency. Determination of the sample was carried out randomly. Detection of the ability to taste PTC is done by asking respondents to feel the PTC solution. The PTC solution used was from the lowest concentration of 0.32mg/L (P13) to the highest concentration of 1300 mg/L (P1). The results showed that the prevalence of tasters and non-tasters were 96.88% and 3.12%, respectively. The non-taster (t) and taster (T) alleles frequencies were 0.17 and 0.83 respectively. The results of pedigree analysis show that non-taster are born from heterozygous taster pairs (husband and wife are Tt) or from heterozygous taster pairs (Tt) with non-taster (tt).

Keyword: Phenylthiocarbamide (PTC), taster, non taster.

PENDAHULUAN

Pulau Gili Ketapang merupakan pulau kecil di selat Madura yang berada sebelah utara Kabupaten Probolinggo Kecamatan Sumberasi. Pulau ini memiliki luas wilayah pulau Gili Ketapang sekitar 68 hektar dan pada tahun 2011 memiliki jumlah penduduk 8.402 jiwa (Rachman *et al.*, 2013). Hasil survei yang didapatkan penduduk Gili Ketapang menikah dengan penduduk di dalam pulau. Hal ini terdapat kemungkinan terjadi perkawinan endogami di dalam pulau Gili Ketapang. Dampak perkawinan endogami adalah meningkatkan homosigotas dan menurunkan heterosigositas atau variasi genetik (Christiansen, 2008)

Salah satu variasi genetik pada manusia yang dapat digunakan sebagai penanda genetik adalah kemampuan mengecap rasa pahit pada larutan Phenylthiocarbamide (PTC) (Fareed *et al.*, 2012). Hasil penelitian Fox tahun 1932 mengatakan bahwa kristal Phenylthiocarbamida (PTC) terasa pahit bagi beberapa individu yang memiliki alel (T), sensitivitas rasa pahit PTC dikendalikan oleh sepasang alel dominan (Greene, 1974). Cavalliet *al.* (1999) menyatakan bahwa ada satu gen dominan T yang dapat menentukan rasa pahit Phenylthiocarbamida (PTC), sedangkan gen resesif t menyebabkan seseorang tidak dapat merasakan pahit PTC. Gen dominan T dapat dinyatakan sebagai *taster* dan gen resesif t dapat dinyatakan sebagai *non-taster* (Guo dan Danielle, 2001; Greene, 1974).

Frekuensi fenotipe “*non taster*” sangat bervariasi dalam populasi. Frekuensi fenotipe “*non taster*” pada populasi Kaukasia Amerika Utara jumlahnya sekitar 30%, populasi orang Negro Amerika 6,4% dan populasi Cina 10,6 % (Khataan *et al.*, 2010). Hal ini dapat disimpulkan bahwa variasi polimorfisme rasa PTC dipengaruhi oleh geografis suatu wilayah,

sehingga suatu populasi memiliki frekuensi fenotipe “*non taster*” yang berbeda (Prescott dan Tepper, 2004). Beberapa penelitian tentang PTC telah dilakukan pada populasi Indonesia, salah satunya di desa Jatigunung Kecamatan Matan Tulakan Kabupaten Pacitan yang menunjukkan proporsi fenotip *taster* 89% dan proporsi fenotip *non taster* 11%. Pada suku Osing Kota Banyuwangi memiliki proporsi fenotip 92,52% *taster* dan 7,48 *non taster* (Indriani *et al.*, 2021). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pada populasi yang heterogen didominasi oleh individu *taster* karena distribusi alel yang terjadi secara acak dan sebagian besar individu di dunia bersifat *taster* (Filipitsova *et al.*, 2015).

Berdasarkan kondisi pulau Gili Ketapang yang cenderung populasinya melakukan perkawinan tertutup, diduga terdapat variasi genetik pada kemampuan *taster* dan *non taster* pada penduduk pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian studi genetik mengenai kemampuan mengecap terhadap Phenylthiocarbamida (PTC) pada populasi tersebut untuk menentukan prevalensi *taster* dan *non-taster*, frekuensi alel dan mengetahui pola pewarisan individu *non-taster*.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini alat yang akan digunakan antara lain neraca, alat pengaduk, botol, gelas ukur, *cotton bud*, *hot stier*, *autoclave* dan *stopwatch*. Kemudian bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air, ddH₂O steril dan PTC (ITC Japan).

Penentuan Sampel Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik acak. Sampel yang diambil adalah penduduk pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo dengan kisaran usia 15–30 tahun

yang diasumsikan bisa menginterpretasikan rasa dengan baik (Alimba *et al.*, 2010). Penentuan jumlah sampel sebagai probandus pada penduduk Gili Ketapang diketahui menggunakan rumus Slovin. Rumus Slovin dapat menentukan jumlah sampel pada populasi yang telah diketahui ukurannya. Berdasarkan rumus diatas diperoleh jumlah sampel (n) penduduk pulau Gili Ketapang kisaran umur 15–30 sebanyak 384 jiwa dengan total jumlah penduduk 1.889.

Rumus Slovin adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

$$n = \frac{9672}{1 + 9672(0,05^2)}$$

Keterangan:

n = Jumlah sampel yang diambil

N = Jumlah populasi di lokasi penelitian

e = kesalahan pengambilan sampel yang ditolerir (0.05)

(Sugiyono, 2011).

Pembuatan Larutan PTC

Pembuatan larutan PTC dilakukan dengan melarutkan kristal PTC ke dalam ddH₂O steril pada suhu 70°C. Larutan yang digunakan penelitian terdiri dari 14 seri pengenceran (Tabel 1.1). Konsentrasi tertinggi (0,13 gr) dilarutkan dengan 100ml ddH₂O. Kemudian untuk larutan setelahnya mengambil 50% larutan sebelumnya dan ditambahkan dengan 50% ddH₂O sampai terdapat 14 seri larutan.

Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan teknik acak, dimana dari 28 RT di desa Gili Ketapang dibuat undian dan dilakukan pengocokan sampai 384 kali. Hasil dari penjumlahan undian akan digunakan untuk menentukan jumlah probandus yang diambil disetiap RT.

Analisis Data

Persentase fenotip *Taster* dan *Non Taster* terhadap PTC pada suatu populasi dapat diketahui menggunakan persamaan:

$$Persentase\ Taster = \frac{Jumlah\ Taster}{Total\ Individu\ Dalam\ Populasi} \times 100\%$$

$$Persentase\ Non\ Taster = \frac{Jumlah\ Non\ Taster}{Total\ Individu\ Dalam\ Populasi} \times 100\%$$

(Filiptsova, *et al.*, 2015)

Frekuensi alel *Taster* dan *Non Taster* terhadap PTC dapat diketahui melalui persamaan:

$$(p + q)^2 = 1$$

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

$$q = \sqrt{q^2}$$

$$p = 1 - q$$

Keterangan :

P² = jumlah penduduk taster (homozigot dominan)

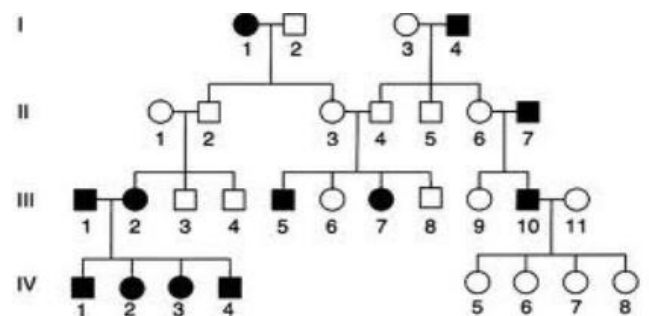
2pq = jumlah penduduk taster heterozigot

q² = Jumlah penduduk non taster (homozigot resesif)

q = frekuensi gen resesif autosomal (t)

p = frekuensi gen dominan autosomal (T)

Analisis pedigree keluarga non taster dilakukan dengan membuat pohon silsilah keluarga dengan mencantumkan pewarisan satu atau beberapa sifat. Pembuatan diagram pedigree untuk posisi probandus diberi tanda panah, kemudian ditambahkan informasi mengenai nenek, kakek (jika ada) orang tua dan saudaranya (Gambar 1).



Keterangan :

- = Laki-laki *Taster*
- = Laki-laki *Non Taster*
- = Perempuan *Taster*
- = Perempuan *Non Taster*

Gambar 1. Diagram silsilah individu *non taster* (Sumber: Padmavathi, 2013)

HASIL

Hasil uji kemampuan mengecap terhadap PTC pada masyarakat Pulau Gili Ketapang Kabupaten probolinggo dapat dilihat pada tabel 1. di bawah ini,

Tabel 1. Proporsi fenotip *Taster* dan *Non Taster* pada mayarakat di Pulau Gili Ketapang Probolinggo

Fenotip	Jenis Kelamin				Jumlah Sampel	
	Laki-Laki		Perempuan			
	N	%	N	%	N	%
Taster	203	96,66	169	97,13	372	96,88
Non Taster	7	3,33	5	2,87	12	3,12
Total	210	100	174	100	384	100

Hasil perhitungan frekuensi Alel (T) dan (t) berdasarkan rumus hukum kesetimbangan Hardy-Weinberg pada masyarakat Pulau Gili Ketapang Probolinggo dapat dilihat pada tabel 2. di bawah ini.

Tabel 2. Frekuensi Alel T dan t pada Masyarakat Pulau Gili Ketapang

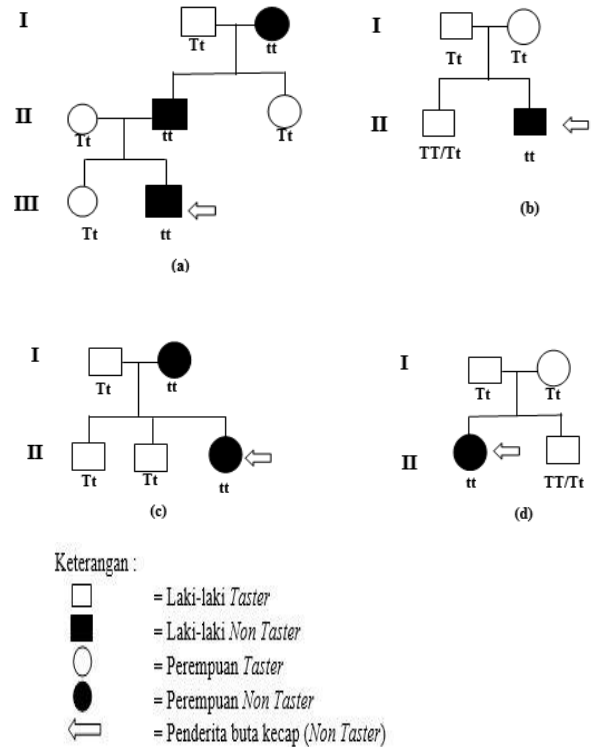
Alel	Jenis Kelamin				Jumlah Sampel	
	Laki-Laki		Perempuan			
	N	Frekuensi	N	Frekuensi		
T	203	0,82	169	0,83	372	0,83
t	7	0,18	5	0,17	12	0,17
Total	210	1	174	1	384	1

Hasil perhitungan frekuensi Genotip Pengecap PTC pada masyarakat Pulau Gili Ketapang Probolinggo dapat dilihat pada tabel 3. di bawah ini.

Tabel 3. Frekuensi Genotip Pengecap PTC pada Masyarakat Pulau Gili Ketapang.

Genotip	Jenis Kelamin				Jumlah Sampel	
	Laki-Laki		Perempuan			
	Frekuensi	N	Frekuensi	N		
TT	0,67	141	0,69	120	0,69	265
Tt	0,259	62	0,28	49	0,28	108
tt	0,03	7	0,029	5	0,03	11
Total	1	210	1	174	1	384

Hasil analisis pedigree pada keluarga non taster masyarakat Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Analisis Pedigree pada keluarga non taster

PEMBAHASAN

Tabel 1. Menunjukkan bahwa total proporsi fenotip taster masyarakat di Pulau Gili Ketapang adalah (96,88%), sedangkan total proporsi non taster adalah (3,12%). Nilai ini didapatkan dari jumlah probandus yang diteliti sebanyak 384 (210 probandus laki-laki dan 174 probandus perempuan). Proporsi fenotip taster laki-laki adalah (96,66%) dengan jumlah probandus taster (203 orang) sedangkan proporsi fenotip taster perempuan adalah (97,13%) dengan jumlah total probandus taster (169 orang). Proporsi non taster unntuk laki-laki sebesar 3,33% dengan jumlah probandus (7 orang) sedangkan untuk perempuan sebesar 2,87% dengan jumlah probandus (5 orang). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa populasi penduduk non taster di Pulau Gili

Ketapang masih tergolong rendah dibandingkan dengan penduduk non taster pada suku Osing (7,48%) di Kabupaten Banyuwangi (Indriani *et al.*, 2021) dan Suku Jawa (11%) di Kabupaten Pacitan (Ratmawati, 2003). Hasil penelitian yang telah dilakukan di banyak negara, diantaranya di negara India yang mempunyai banyak populasi muslim, menunjukkan populasi non taster yaitu Sheikh (26,73%), Pathan (35,93%), Syed (26,38%) (Syah dan Mohammad, 2015). Pada populasi Ukraina proporsi fenotip non taster adalah (19,9%) (Filipitsova, *et al.*, 2015). Populasi negara Nigeria memiliki proporsi fenotip non taster (29,24%) (Alimba *et al.*, 2010). Dari beberapa penelitian tersebut dapat dilihat bahwa proporsi fenotip non taster pada populasi penduduk Pulau Gili Ketapang lebih rendah.

Perbedaan proporsi fenotip non taster pada setiap populasi memiliki karakteristik tersendiri. Menurut (Syah dan Mohammad, 2015) penyebab perbedaan proporsi fenotip di setiap populasi adalah nenek moyang yang berbeda yang menetap disuatu populasi. Faktor lain yang mempengaruhi perbedaan proporsi fenotip disetiap populasi adalah perbedaan struktur genetik. (Balemi & Bekele, 2020)

Berdasarkan jenis kelamin, hasil penelitian menunjukkan jumlah taster lebih besar pada perempuan dibandingkan laki-laki.. Hasil penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa hampir semua penelitian menunjukkan jumlah taster pada perempuan lebih banyak dibandingkan dengan laki-laki. Hal ini disebabkan karena sensitivitas rasa pahit pada perempuan dapat dipengaruhi oleh siklus menstruasi dan hormon estrogen sehingga dapat mempengaruhi sensitivitas rasa PTC (Guo dan Reed, 2001).

Pada penelitian ini didapatkan hasil jumlah non taster laki-laki lebih besar dibandingkan jumlah non taster perempuan. Dimana jumlah persentase non taster laki-laki

(3,33%) dan persentase non taster perempuan (2,87%). Menurut Williams *et al.* (2016) menyatakan bahwa perempuan memiliki lebih banyak papila fungiformis pada lidahnya yang di dukung dengan data anatomi, sehingga perempuan memiliki saraf gustatory yang lebih banyak dibandingkan laki-laki sehingga lebih peka dalam menginterpretasikan rasa. Perbedaan anatomi ini diakibatkan dari pola hidup yang berbeda antara perempuan dan laki-laki dimana perempuan tidak banyak yang mengkonsumsi rokok serta alkohol sehingga tidak membuat kerusakan reseptor pada lidah.

Tabel 2. menunjukkan bahwa frekuensi alel (T) masyarakat di Pulau Gili Ketapang adalah 0,83 sedangkan alel (t) sebesar 0,17. Frekuensi alel (T) untuk laki-laki sebesar 0,82 sedangkan untuk perempuan sebesar 0,83. Frekuensi alel (t) untuk laki-laki 0,18 dan perempuan sebesar 0,17. Frekuensi alel taster dan non taster pada masyarakat Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo memiliki perbedaan dengan total jumlah sampel frekuensi alel t sebesar 0,17. Frekuensi alel pada masyarakat pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo berbeda dengan populasi yang lain. Perbedaan frekuensi alel spesifik untuk setiap populasi sehingga dapat digunakan sebagai identitas suatu populasi (Indriani *et al.*, 2021).

Frekuensi alel taster (T) lebih tinggi daripada alel (t). Hal ini menunjukkan jika alel taster (T) adalah dominan dan alel non taster (t) bersifat resesif (Balemi & Bekele, 2020). Frekuensi alel non taster (t) pada masyarakat Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo (0,17) tergolong rendah apabila dibandingkan dengan frekuensi alel pada suku Jawa yang mencapai (0,33) (Ratmawati, 2003) dan pada suku Osing mencapai (0,27) (Indriani *et al.*, 2021). Hasil penelitian pada beberapa populasi di dunia yaitu populasi Nigeria alel non taster (t) 0,5424 (Alimba *et al.*, 2010). Hasil

penelitian di negara India yang terdapat populasi (Syed, Syekh, Pathan, Sherwani, Syiah dan Ansari) memiliki total frekuensi alel (t) 0,5798 (Hussain *et al.*, 2013). Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat dilihat bahwa frekuensi alel non taster (t) pada populasi penduduk Pulau Gili Ketapang mempunyai frekuensi yang lebih rendah. Perbedaan frekuensi alel pada setiap populasi diduga disebabkan oleh penyebaran alel yang berbeda dari setiap populasi yang dipengaruhi oleh nenek moyang. Menurut Fareed *et al* (2012), perbedaan frekuensi alel dalam setiap populasi disebabkan adanya mutasi, seleksi alam, perkawinan sedarah dan penyimpangan genetik lainnya yang ada di setiap populasi.

Tabel 3. menunjukkan bahwa frekuensi genotip penduduk Pulau Gili Ketapang taster homozigot dominan (TT) adalah 0,69, taster heterozigot (Tt) adalah 0,28 dan genotip non taster (tt) penduduk pulau Gili Ketapang sebesar 0,03. Frekuensi genotip taster homozigot (TT) laki-laki 0,67, taster heterozigot (Tt) sebesar 0,259, genotip (tt) untuk laki-laki sebesar 0,03. Sedangkan frekuensi genotip taster heterozigot perempuan (TT) adalah 0,69, taster heterozigot (Tt) adalah 0,28, perempuan non taster (tt) adalah 0,029.

Setiap individu memiliki genotip yang menggambarkan suatu sifat. Sifat kemampuan mengecap rasa pahit dari PTC terdiri dari genotip TT, Tt, merupakan fenotip taster dan genotip tt merupakan fenotip non taster (Syah dan Mohammad, 2015). Genotip TT homozigot dominan dan genotip heterozigot Tt menghasilkan individu taster. Genotip tt merupakan homozigot resesif yang menghasilkan individu non taster (Fareed *et al.*, 2012). Individu dengan genotip heterozigot dapat mengecap rasa pahit dari PTC karena memiliki alel dominan T yang menutupi sifat resesif dari t. Frekuensi genotip pada masyarakat Pulau Gili Ketapang Kabupaten

Probolinggo didominasi oleh genotip TT. Hal ini disebabkan karena frekuensi alel didominasi oleh alel T dengan jumlah lebih tinggi daripada alel t. Sehingga pada populasi umumnya didominasi oleh genotip TT (Fareed *et al.*, 2012; Indriani *et al.*, 2021).

Pada individu non taster dilakukan analisis lebih lanjut terkait silsilah keluarga. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pola pewarisan sifat non taster. Diagram silsilah keluarga individu non taster dapat dilihat pada gambar 2. Pada gambar (a) hasil analisis silsilah keluarga pada salah satu responden laki – laki non taster (generasi III) teridentifikasi sebagai non taster (tt). Probandus memiliki kakek taster dengan genotip (Tt) dan nenek non taster (tt) (generasi I). Pada keluarga ini melahirkan 2 orang anak (generasi II) yaitu laki-laki non taster (tt) dan perempuan taster heterozigot (Tt). Anak laki-laki non taster menikah dengan perempuan taster heterozigot (Tt) dan melahirkan 2 orang anak (generasi III) yaitu laki-laki non taster (tt) dan perempuan taster heterozigot (Tt). Pada keluarga (b) menunjukkan bahwa responden laki-laki non taster (tt) (generasi II) memiliki orang tua (generasi I) taster sehingga dapat dipastikan genotip dari orang tua responden adalah heterozigot (Tt). Pada keluarga (c) responden non taster perempuan memiliki ayah taster heterozigot (Tt) dan ibu non taster (tt) (generasi I). Pasangan tersebut memiliki 3 orang anak yaitu 2 laki – laki taster heterozigot (Tt) dan 1 perempuan non taster (tt) (generasi II). Pada gambar (d) responden perempuan non taster (tt) (generasi II) memiliki ayah dan ibu taster heterozigot (generasi I).

Hasil analisis *pedigree* pada keluarga non taster dapat dilihat bahwa responden non taster dilahirkan dari orang tua yang keduanya taster heterozigot (Tt) atau dari pasangan non taster (tt) dan taster heterozigot (Tt). Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Padmavathi (2013) yang menyatakan bahwa individu *non taster* dilahirkan dari pasangan

non taster dengan *non taster*, *taster* heterozigot dengan *taster* heterozigot dan *non taster* dengan *taster* heterozigot.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut; (1) Prevalensi *taster* dan *non taster* pada penduduk pulau Gili Ketapang, Probolinggo adalah berturut-turut 96,88% dan 3,12%; (2) Frekuensi alel dominan *taster* (T) masyarakat pulau Gili Ketapang Probolinggo adalah 0,83 dan alel *non taster* (t) adalah 0,17; (3) Hasil analisis *pedigree* menunjukkan bahwa individu *non taster* pada penduduk Pulau Gili Ketapang adalah dilahirkan dari pasangan *taster* heterozigot (suami istri adalah Tt) atau dari pasangan *taster* heterosigot (Tt) dengan *non taster* (tt).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada penduduk desa Gili Ketapan Kabupaten Probolinggo yang telah bersedia menjadi probandus penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimba, G., K. O. Odekoya dan B, Oboh. 2010. *Prevalensi and Gene Frequencies of Phenylthiocarbamide (PTC) Taste Sensitivity, ABO and Rhesus Factor (Rh) Blood Groups, and Haemoglobin Variants among a Nigeria Population. The Egyptian Journal of Medical Human Genetics*. Vol 11: 153-158.
- Balemi, S dan E. Bakele. 2020. *Variations in Tasting Phenylthiocarbamide (PTC) in Selected Individuals From Ethiopia: Implications for Human Health. Ethiop. J. Educ & Sc*. Vol 15 (2) : 45 – 55.
- Cavalli, S., L. Luca dan W. F. Bodmer. 1999. *The Genetics of Human Populations*. New York: Courier Corporation.
- Christiansen, B. 2008. *Theories of Population Variation in Genes and Genomes*. Oxford: Princeton University Press.
- Fareed, M., A. Shah., R. Hussain dan M. Afzal. 2012. Genetic Study of Phenylthiocarbamide (PTC) Taste Preception Among Six Human Populations of Jammu and Kashmir (India). *The Egyptian Journal of Medical Human Genetics*. Vol 13 (6) : 161 – 166.
- Filipitsova, V., I. A. Timoshyna., N. Y. Kobets., N. M. Kobets., I. S. Burlaka dan I. A. Hurko. 2015. The Population Structure of Ukraine in Relation to the Phenylthiocarbamide Sensivity. *The Egyptian Journal of Medical Human Genetics*. Vol 16: 135-139.
- Greene, L. S. 1974. Physical growth and development neurological maturation and behavioral functioning in two ecuadorian andean communities. *American Journal of Physical Anthropology*. 41 (1): 139-151.
- Guo, W dan D. R. Reed. 2001. The Genetics of Phenylthiocarbamide Perception. *Journal of NIH Public Acces*. Vol 28 (2).
- Hussain. R., A. Shah dan M. Afzal. 2013. Distribution of Sensory Taste Thresholds for Phenylthiocarbamide (PTC) Taste Ability in North Indian Muslim Population. *The Egyptian Journal of Medical Human Genetics*. Vol 14: 367-373.
- Hussain. R., A. Shah dan M. Afzal. Prevalence and Genetic Analysis of Bitter Taste Perception for Phenylthiocarbamide (PTC) Among Some Muslim Populations of Uttar Pradesh, India. *Iranian J Pulb Health*. Vol. 43 (4) . 44-452.
- Indriani, F., S. Wathon., R. Oktarianti. 2020. Genetic Study of Phenylthiocarbamide (PTC) Taste Sensitivity In Population of The Osing in Kemiren Village-Banyuwangi .*Berkala Saintek*. Vol 9 (1) : 1-5.

- Iza, N. 2017. *Frekuensi Alel, Heterozigot dan Migrasi Alel Pada Populasi Etnis Jawa dan Madura di Malang dan Madura, Jawa Timur, Indonesia.*Jurnal Ilmiah Sains. Vol 17 (1) : 43 – 50.
- Khataan, N. M., L. Stewart., D. M. Brenner., M. C. Cornelis dan A. L. Sohemy. 2009. *TASR38 Genotypes and Phenylthiocarbamide Bitter Taste Perception in a Population of Young Adults.* *Journal of Nutrigenetics and Nutrigenomics.* Vol 2 (4-5) : 251-256.
- Padmavathi, M. 2013. *A Study on Phenylthiocarbamide Tasting in Bagatha Tribes in India.* *International Research Journal of Biological Sciences.* 2(4): 33-36.
- Prescott, J dan B. J. Tepper. 2004. *Genetic Variation in Taste Sensitivity.* New York: Marcel Dekker Inc.
- Rachman, S., P. Purwanti dan M. Primyastanto. 2013. Analisis faktor produksi dan kelayakan usaha alat tangkap payang di Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo Jawa Timur. *Jurnal ECSOFiM.* 1 (1): 69-81.
- Ratnawati, D. 2003. Kemampuan Mengecap Phenylthiocarbamida (PTC) Pada Warga Desa Jatigunung Kecamatan Tulakan Kabupaten Pacitan. *Skripsi.* Universitas Jember.
- Sugiyono. 2011. *Statistika untuk Penelitian.* Bandung: Alfabeta.
- Syah, A., M. Afzali. 2015. *Genetic Variation in Taste Sensitivity to Phenylthiocarbamide in Six Population of Manipur, India.**Eurasian Journal of Anthtropolgy.* Vol 6 (1) : 15-23.
- Williams, J. A., Bartoshuk, L. M., Fillingim, R. B., & Dotson, C. D. 2016. Exploring ethnic differences in taste perception. *Chemical Senses,* 41(5): 449–456