

**RESPON PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI SAWI (*Brassica sinensis* L.) DENGAN
PEMBERIAN MINERAL ZEOLIT DAN NITROGEN**

Production Growth Response and Mustard (*Brassica sinensis* L.,) By Giving Mineral
Zeolite and Nitrogen

Bram Arda Bintario Bangun*, Jasmani Ginting, Ferry Ezra Sitepu

Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian USU, Medan 20155

*Corresponding Author : bram_bangun@ymail.com

ABSTRACT

Production Growth response and mustard (*Brassica sinensis* L.,) By Giving Mineral Zeolite and Nitrogen, guided by Jasmani Ginting dan Ferry Ezra Sitepu. This study aims to test the response of the growth and production of mustard on the provision of zeolite and urea fertilizer. The study was conducted in community land Setia Budi Road Simpang Selayang Medan district in May to July 2012. Experimental method used was a factorial randomized block design with 2 factors, namely the provision of zeolite (0 g, 50 g / plot, 100 g / plot, 150 g / plot) and urea fertilizer (without urea, 0.2 g / tan. , 0.4 g / tan., 0.6 g / plant) with 3 replications. The parameters measured were plant height, leaf area, leaf chlorophyll amount, weight biomass per plant, fresh weight per plant and sell the sample harvest index. The results showed that administration of zeolite significant effect on all parameters. While the treatment of urea fertilizer and the interaction between the two treatments did not significantly affect all parameters.

Keywords: zeolite, urea, growth and production of mustard.

ABSTRAK

Respon Pertumbuhan dan Produksi Sawi (*Brassica sinensis* L.,) Dengan Pemberian Mineral Zeolit dan Nitrogen, dibimbing oleh Jasmani Ginting dan Ferry Ezra Sitepu. Penelitian ini bertujuan untuk menguji respon pertumbuhan dan produksi sawi terhadap pemberian zeolit dan dosis pupuk urea. Penelitian dilakukan di lahan masyarakat Jalan Setia Budi Simpang Selayang Kecamatan Medan pada Mei sampai Juli 2012. Metode percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan 2 faktor perlakuan yaitu pemberian zeolit (0 g, 50 g/plot, 100 g/plot, 150 g/plot) dan dosis pupuk urea (tanpa urea, 0,2 g/tan., 0,4 g/tan., 0,6 g/tan) dengan 3 ulangan. Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, luas daun, jumlah klorofil daun, bobot biomassa per tanaman, bobot segar jual sampel per tanaman dan indeks panen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian zeolit berpengaruh nyata pada semua parameter. Sedangkan perlakuan dosis pupuk urea dan interaksi antara kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap semua parameter.

Kata Kunci: zeolit, urea, pertumbuhan dan produksi sawi

PENDAHULUAN

Sawi merupakan jenis sayur yang digemari oleh masyarakat Indonesia, mulai dari golongan masyarakat kelas bawah hingga golongan kelas atas. Sawi mempunyai nilai ekonomi tinggi setelah kubis krop, kubis bunga, dan brokoli.

Menurut Badan Pusat Statistik Sumatera Utara (2011) produksi sawi mulai tahun 2009 sebanyak 63.911 ton/ha. data tersebut produksi sawi masih tergolong rendah, Hal ini mungkin terjadi akibat pengurangan lahan dan cara bercocok tanam kurang maksimal. Untuk meningkatkan hasil dan mutu sawi dapat

dilakukan dengan cara memperhatikan kultur teknis yaitu pemupukan untuk membenahi kondisi tanah.

Pupuk nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman, yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman, seperti daun, batang, dan akar, tetapi kalau terlalu banyak dapat menghambat pembungaan dan penguapan pada tanaman (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Jenis pupuk N yang banyak dijumpai di pasaran di Indonesia adalah dalam bentuk urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$). Pupuk ini mudah larut dalam air dan menguap ke udara sehingga dalam penggunaannya sebaiknya ditempatkan di bawah permukaan tanah untuk mengurangi penguapan gas NH_3 . Nitrogen yang diberikan ke dalam tanah, hanya sekitar 30-40% diambil oleh tanaman, dan 60% hilang dalam proses volatilisasi menjadi gas amoniak (Suwardi, 1991).

Penambahan zeolit pada pupuk nitrogen akan menjerap amonium yang dikeluarkan oleh pupuk. Jika konsentrasi nitrat dalam tanah menurun, amonium yang telah dijerap oleh zeolit akan dilepaskan kembali ke dalam larutan tanah, dengan cara demikian N yang diberikan ke dalam tanah dapat tersedia dalam waktu

yang lama. Melalui cara ini, pemupukan tanaman, yang biasanya dilakukan petani tiga kali dalam satu kali musim tanam, cukup dilakukan sekali sehingga menghemat penggunaan pupuk dan tenaga kerja (Suwardi, 1991).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di lahan masyarakat Jl. Setia Budi, Kelurahan Simpang Selayang, Kecamatan Medan Tuntungan dengan ketinggian tempat ± 25 meter di atas permukaan laut. Penelitian ini dimulai dari bulan Mei sampai Juli 2012. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih sawi varietas Tosakan, Zeolit, pupuk kompos, insektisida, herbisida, Urea, KCl, TSP, Fungisida Dithane M-45 dan Decis 25 FC. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, timbangan analitik, gembor, meteran, leaf area meter, klorofilmeter, alat tulis, kertas label, dan kalkulator.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor perlakuan. Faktor I Zeolit (Z) dengan 4 Taraf (0,50,100,150 g/plot) dan Faktor II Pemberian pupuk urea (U) dengan 4 taraf (0,2, 0,4, 0,6 g/tanaman).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Perlakuan zeolit berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman 3,4,5 dan 6

MSPT. Perlakuan urea dan interaksi antara kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman.

Tabel 1. Rataan tinggi tanaman sawi (cm) pada umur 3-6 MSPT pada perlakuan zeolit dan dosis pupuk urea

Zeolit	Urea				Rataan
	U0	U1	U2	U3	
Z0	15.34	16.32	15.89	16.91	16.11a
Z1	18.52	17.18	17.93	18.07	17.93b
Z2	16.45	18.00	18.41	18.77	17.91b
Z3	18.47	18.33	19.18	18.49	18.62c
Rataan	17.19	17.46	17.85	18.06	17.64

4 MSPT					
Z0	22.10	22.93	23.65	24.36	23.26a
Z1	24.19	24.11	25.50	24.14	24.49b
Z2	24.99	25.07	25.11	24.73	24.97b
Z3	24.06	24.95	24.82	24.82	24.66b
Rataan	23.84	24.27	24.77	24.51	24.35
5 MSPT					
Z0	30.30	30.26	30.75	32.34	30.91a
Z1	32.16	30.49	31.14	31.75	31.38b
Z2	31.13	34.05	33.18	33.37	32.93c
Z3	31.32	32.95	32.43	32.79	32.37c
Rataan	31.23	31.94	31.88	32.56	31.90
6 MSPT					
Z0	32.05	33.45	34.31	35.90	33.93a
Z1	35.72	34.05	34.70	35.31	34.94b
Z2	35.36	37.00	36.74	36.93	36.51c
Z3	35.55	36.51	36.55	37.58	36.55c
Rataan	34.67	35.25	35.58	36.43	35.48

Rataan tinggi tanaman tertinggi pada pemberian zeolit umur 6 MSPT dihasilkan oleh perlakuan Z₃ yaitu 36,55 cm dan terendah pada perlakuan Z₀ yaitu 33,93 cm, dimana perlakuan Z₀ berbeda nyata dengan perlakuan Z₁, Z₂ dan Z₃,

tetapi tidak ada perbedaan yang nyata antara perlakuan Z₂ dan Z₃.

Hubungan tinggi tanaman pada perlakuan penggunaan zeolit adalah linear yang artinya tinggi tanaman per sampel akan meningkat sejalan dengan semakin besarnya penggunaan zeolit.

Luas daun (cm²)

Perlakuan penggunaan zeolit (Z) berpengaruh nyata terhadap luas daun, sedangkan perlakuan dosis pupuk urea (U) dan interaksi kedua perlakuan tidak

berpengaruh nyata terhadap luas daun yang diamati.

Tabel 2. Rataan luas daun sawi (cm²) pada perlakuan penggunaan zeolit dan dosis pupuk urea

Zeolit	Urea				Rataan
	U ₀	U ₁	U ₂	U ₃	
Z ₀	100,54	96,01	124,74	117,37	109,67a
Z ₁	116,31	122,04	110,24	118,17	116,69b
Z ₂	121,97	117,74	124,54	119,67	120,98c
Z ₃	117,17	122,75	122,88	131,24	123,51c
Rataan	114,00	114,64	120,60	121,62	117,71

Perlakuan pemberian zeolit berpengaruh nyata terhadap luas daun, dimana rata-rata luas daun

tertinggi dihasilkan oleh perlakuan Z₃ yaitu 123,51 cm² dan yang terendah pada perlakuan Z₀ yaitu 109,67 cm². Hasil

uji beda rata-rata menunjukkan bahwa perlakuan Z₀ berbeda nyata dengan

perlakuan Z_1, Z_2 dan Z_3 , tetapi perlakuan Z_2 berbeda tidak nyata dengan Z_3 .

Hubungan luas daun pada perlakuan penggunaan zeolit adalah linear

Kehijauan Daun

Perlakuan zeolit berpengaruh nyata terhadap jumlah klorofil daun. Perlakuan dosis urea dan interaksi kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah

yang artinya luas daun tanaman per sampel akan meningkat sejalan dengan semakin besarnya penggunaan zeolit.

klorofil daun. Pengaruh zeolit dan dosis pupuk urea terhadap jumlah klorofil dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan jumlah klorofil daun pada perlakuan zeolit dan dosis pupuk urea

Zeolit	Urea				Rataan
	U_0	U_1	U_2	U_3	
Z_0	34,83	33,73	36,23	36,33	35,28a
Z_1	36,30	34,07	36,63	37,10	36,03a
Z_2	37,20	42,80	39,23	44,07	40,83b
Z_3	39,83	43,63	44,33	44,73	43,13c
Rataan	37,04	38,56	39,11	40,56	38,82

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa rata-rata kehijauan daun tertinggi dihasilkan oleh perlakuan Z_3 (43,13) dan yang terendah pada perlakuan Z_0 (35,28), dimana perlakuan Z_0 berbeda nyata dengan perlakuan Z_2 dan Z_3 , tetapi tidak

ada perbedaan yang nyata antara perlakuan Z_0 dengan Z_1 . Semakin besar jumlah zeolit yang diberikan maka jumlah klorofil daun tanaman sawi akan semakin meningkat.

Bobot biomassa per tanaman sampel (g)

Perlakuan penggunaan zeolit (Z) berpengaruh nyata terhadap bobot biomassa per tanaman sampel, sedangkan

dosis pupuk urea (U) dan interaksi kedua perlakuan tersebut tidak berpengaruh nyata.

Tabel 4. Rataan bobot biomassa per tanaman sampel tanaman sawi pada perlakuan penggunaan zeolit dan dosis pupuk urea

Zeolit	Urea				Rataan
	U_0	U_1	U_2	U_3	
Z_0	138,10	133,57	162,30	154,93	147,23a
Z_1	153,87	159,60	147,80	155,73	154,25b
Z_2	159,53	155,30	162,10	157,23	158,54c
Z_3	154,73	173,60	161,37	175,50	166,30d
Rataan	151,56	155,52	158,39	160,85	156,58

Rataan bobot biomassa per tanaman sampel terberat pada perlakuan penggunaan zeolit Z_3 (150g/plot) sebesar 149,69 g dan yang terendah pada Z_0 (0 g/plot) sebesar 133,86 g, perlakuan Z_0 berbeda nyata dengan perlakuan Z_1, Z_2 dan Z_3 , tetapi perlakuan Z_2 tidak berbeda nyata dengan Z_3 .

Hubungan bobot biomassa per tanaman sampel pada perlakuan penggunaan zeolit adalah linear dimana bobot biomassa per tanaman sampel pada tanaman sawi akan meningkat sejalan dengan semakin besarnya penggunaan zeolit.

Bobot segar jual tanaman (g)

Perlakuan penggunaan zeolit (Z) berpengaruh nyata tetapi perlakuan dosis pupuk urea (U) dan interaksi kedua

perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap bobot segar jual tanaman.

Tabel 5. Rataan bobot segar jual tanaman pada perlakuan penggunaan zeolit dan dosis pupuk urea

Zeolit	Urea				Rataan
	U ₀	U ₁	U ₂	U ₃	
Z ₀	122,87	116,49	150,01	146,09	133,86a
Z ₁	139,49	151,04	136,31	143,99	142,71b
Z ₂	147,79	143,14	149,34	145,49	146,44c
Z ₃	139,67	155,65	146,31	157,14	149,69c
Rataan	137,46	141,58	145,49	148,18	143,18

Rataan bobot segar jual tanaman tertinggi pada perlakuan penggunaan zeolit Z₃ (150g/plot) yaitu sebesar 166,30 g dan yang terendah pada Z₀ (0g/plot) yaitu 147,23 g, dimana perlakuan Z₀ berbeda nyata dengan perlakuan Z₁, Z₂ dan Z₃.

Hubungan bobot segar jual tanaman pada perlakuan penggunaan zeolit adalah linear yang artinya semakin besar pemberian zeolit maka akan meningkatkan bobot segar jual per tanaman sawi.

Indeks panen

Perlakuan penggunaan zeolit (Z) dan perlakuan dosis pupuk urea (U) serta

interaksi kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap indeks panen.

Respons Perumbuhan dan Produksi Sawi Terhadap Perlakuan Penggunaan Zeolit

Dari hasil analisis data diperoleh bahwa perlakuan zeolit berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman, luas daun, kehijauan daun, bobot biomassa per tanaman dan bobot segar jual per sampel tanaman, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap parameter indeks panen.

pada perlakuan Z₀ (23,26 cm), dan untuk umur 5 MSPT perlakuan Z₂ (32,93 cm) menunjukkan tinggi tanaman tertinggi dan perlakuan Z₀ (30,91 cm) menunjukkan tinggi tanaman terendah. Pada umur 6 MSPT hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan Z₃ (36,55 cm) dan terendah pada perlakuan Z₀ (33,93 cm).

Tinggi tanaman menggambarkan pertumbuhan tanaman yang dapat menjelaskan tingkat kesuburan media tumbuh. Hasil uji sidik ragam (lampiran 7,9,11,13) menunjukkan bahwa perlakuan zeolit memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman sawi pada 3-6 MSPT. Pada umur 3 MSPT tinggi tanaman tertinggi dihasilkan pada perlakuan Z₃ (18,62 cm) dan terendah pada perlakuan Z₀ (16,11 cm) .Untuk pengamatan 4 MSPT tinggi tanaman tertinggi ditunjukkan pada perlakuan Z₂ (24,97 cm) dan terendah

Peningkatan tinggi tanaman pada tanaman sawi oleh pemberian zeolit disebabkan karena KTK zeolit yang tinggi sehingga meningkatkan daya jerap tanah dan meningkatkan kapasitas sangga terhadap kation terutama ion NH₄⁺ kemudian zeolit melepaskan kation tersebut secara perlahan untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Zeolit dapat berperan aktif dalam mengembalikan zat hara tanah yang telah tercuci tersebut dalam hal ini zeolit memiliki pori-pori yang besar

sehingga sirkulasi oksigen baik bagi akar tanaman dan dapat berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman sawi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Al-Jabri (2008) yang menyatakan bahwa zeolit mempunyai fungsi antara lain : mengembalikan zat hara tanah yang hilang, menyimpan dan mengikat unsur-unsur yang dibutuhkan baik makro maupun mikro nutrisi sehingga tetap tersedia, menggemburkan tanah, karena zeolit mempunyai pori-pori yang besar sehingga sirkulasi oksigen baik untuk akar tanaman, menghemat pemakaian pupuk (tidak terbuang), karena diikat oleh zeolit, menyerap logam-logam berat dan unsur yang mengganggu pertumbuhan tanaman.

Perlakuan zeolit juga nyata meningkatkan luas daun dan kehijauan daun tanaman sawi, dimana dalam hal ini perlakuan Z_3 menghasilkan luas daun tertinggi yaitu $123,51 \text{ cm}^2$ dan terendah pada Z_0 yaitu $109,67 \text{ cm}^2$. Kehijauan daun tertinggi yaitu perlakuan zeolit (Z_3) sebesar 43,13 dan yang terendah yaitu perlakuan penggunaan zeolit (Z_0) sebesar 35,28. Hal ini dikarenakan fungsi zeolit itu sendiri yang dapat mengikat kation dari unsur dalam pupuk sehingga penerapan pupuk menjadi efisien (tidak boros) memperbaiki struktur tanah baik itu sifat fisik maupun kimia tanah. Dalam hal ini kation yang diserap oleh zeolit seperti NH_4^+ dari urea, K^+ dari KCl, sehingga penyerapan pupuk menjadi efisien. Unsur N yang dijerap oleh zeolit dilepaskan kembali ke tanaman.

Meningkatnya luas daun juga meningkatkan klorofil daun. Meningkatnya klorofil dalam tanaman mengakibatkan meningkatnya fotosintesis dalam tanaman sehingga sangat baik untuk pembentukan karbohidrat dan protein. Hal ini sesuai dengan pernyataan Suwardi (1991) yang menyatakan bahwa penambahan zeolit pada pupuk nitrogen akan menjerap amonium yang dikeluarkan oleh pupuk.

Pemberian zeolit juga meningkatkan bobot biomassa tanaman dan bobot segar jual per sampel tanaman sawi. Pemberian zeolit meningkatkan

bobot biomassa tanaman sawi sebesar 149,69 dibandingkan tanpa zeolit yang hanya sebesar 133,86 g. Pemberian zeolit juga nyata meningkatkan bobot segar jual per sampel tanaman sawi, dari bobot segar jual sampel per tanaman sebesar 147,23 g pada perlakuan tanpa zeolit menjadi 166,30 g pada perlakuan zeolit 150 g/plot (Z_3). Hal tersebut terjadi karena zeolit memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah.

Peningkatan bobot biomassa dan bobot segar jual per sampel tanaman sawi sejalan dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan pada beberapa komoditi. Hal ini dikemukakan oleh Al-Jabri (2010) bahwa pengaruh zeolit klinoptilolit yang diberikan pada tanah terhadap hasil beberapa komoditas pertanian di Indonesia sejak tahun 1990-an antara lain peningkatan hasil jagung 6-11%, kedelai 19%, kacang tanah 18%, dan tomat 35% membuktikan bahwa zeolit dapat memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi tanah.

Arsyad (2000) menambahkan bahwa konsep penggunaan pembenah tanah atau zeolit untuk merehabilitasi lahan terdegradasi adalah: (1) pemantapan agregat tanah untuk mencegah erosi dan pencemaran, (2) merubah sifat *hydrophobic* atau *hydrophilic*, sehingga mampu merubah kapasitas tanah menahan air (*water holding capacity*), (3) meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), sehingga unsur hara di dalam tanah tidak mudah hilang tercuci dan dapat diserap akar tanaman

Pemberian zeolit berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, luas daun, jumlah klorofil daun, bobot biomassa per tanaman dan bobot segar per sampel juga dikarenakan selain mengefisiensikan pupuk urea, zeolit juga dapat menjerap kation dari pupuk KCl dan TSP yang diberikan. Ames (1960) menyatakan bahwa pupuk Urea dan KCl yang diberikan ke tanah yang sebelumnya sudah diberi zeolit, maka kation NH_4^+ -Urea dan kation K^+ -KCl dapat terperangkap sementara dalam pori-pori zeolit yang sewaktu-waktu

dilepaskan secara perlahan-lahan untuk diserap tanaman.

Berdasarkan data dari hasil keseluruhan percobaan dan peningkatan hasil produksi yang diperoleh maka aplikasi pupuk urea dengan penambahan zeolit lebih baik dibandingkan urea tanpa zeolit. Menurut Suwardi (2002), hal ini disebabkan karena pada perlakuan urea-zeolit terdapat mekanisme pertukaran pada kisi-kisi Kristal zeolit, sehingga pupuk yang diberikan akan dapat lebih efisien digunakan tanaman karena sebelum dimanfaatkan NH_4^+ terlebih dahulu dijerap oleh kristal zeolit yang menyebabkan efisiensi hara N lebih tinggi.

Respons Pertumbuhan dan Produksi Sawi Terhadap Dosis Pupuk Urea

Dari hasil analisis data secara statistik bahwa perlakuan pupuk urea tidak berpengaruh nyata pada seluruh parameter yang diamati, hal ini disebabkan oleh rendahnya dosis urea yang diaplikasikan sehingga tidak berpengaruh pada tanaman. Selain itu juga menurut analisis tanah, di areal pertanaman kadar N dari dalam tanah tersebut sangat rendah yaitu hanya sebesar 0,13 %.

Al-Jabri (2008) menyatakan bahwa dampak penggunaan pembenah tanah zeolit terhadap efisiensi penggunaan pupuk anorganik bukan berarti takaran pupuknya harus dikurangi, sebab zeolit adalah tidak menggantikan peranan pupuk.

Interaksi Respons Pertumbuhan dan Produksi Sawi Terhadap Perlakuan Penggunaan Zeolit dan Dosis Pupuk Urea

Data hasil pengamatan dan analisis statistik menunjukkan bahwa interaksi perlakuan penggunaan zeolit dan dosis pupuk urea tidak berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter yang diamati. Hal ini menunjukkan bahwa antara penggunaan zeolit dan dosis pupuk urea belum mampu mempengaruhi satu sama lain secara nyata.

Pemberian pupuk zeolit diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pemupukan karena kemampuan pupuk ini

dalam memfiksasi nitrogen di dalam tanah, akan tetapi secara statistik dari data hasil pengamatan diperoleh bahwa pemberian pupuk zeolit dan nitrogen secara bersamaan tidak berpengaruh nyata pada semua parameter yang diamati. Hal ini disebabkan karena pemberian ukuran dosis dari pupuk nitrogen yang tidak tepat sehingga mengakibatkan pupuk tersebut tidak dengan kuat difiksasi oleh zeolit yang diberikan pada saat bersamaan. Bila salah satu faktor lebih kuat pengaruhnya dari faktor lain sehingga faktor lain tersebut tertutupi dan masing-masing faktor mempunyai sifat yang jauh berbeda pengaruh dan sifat kerjanya, maka akan menghasilkan hubungan yang berbeda dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

SIMPULAN

Perlakuan zeolit berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman 3-6 MSPT, luas daun, jumlah klorofil daun, bobot biomassa per tanaman dan bobot segar jual per sampel tanaman, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap parameter indeks panen.

Perlakuan dosis pupuk urea dan interaksi antara perlakuan zeolit dan dosis pupuk urea tidak berpengaruh nyata terhadap semua parameter pengamatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Jabri, M. 2008. Kajian metode penetapan kapasitas tukar kation zeolit sebagai pembenah tanah untuk lahan pertanian terdegradasi. *Jurnal Standardisasi*. Vol. 10, No. 2. BSN.
- Al-Jabri, M. 2010. Teknologi Pelepasan NH_4^+ - Urea Secara Lambat dengan zeolit pada tanah sawah Vertisols di Ngawi. Seminar Nasional di BB Padi Sukamandi, 24 November 2010.

Ames, L.L. 1960. Cation sieve properties of clinoptilolite. *Am. Mineral.* 45:689-700.

Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air.* Penerbit. IPB. 290 halaman

Badan Pusat Statistik Sumatera Utara. 2011. *Produksi Sawi Sumatera Utara.* Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.

Rosmarkam A dan Yuwono, N.W. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah.* Kanisius. Yogyakarta.

Suwardi. 1991. *The Mineralogical and Chemical Properties of Natural Zeolite and Their Application Effect for Soil Amandement.* A Thesis for the Degree of Master. Laboratory of Soil Science. Departement of Agriculture Chemistry, Tokyo University of Agriculture.

Suwardi. 2002. *Pemanfaatan Zeolit untuk Meningkatkan Produksi Tanaman Pangan, Peternakan, dan Perikanan.* Makalah disampaikan pada Seminar Teknologi Aplikasi Pertanian IPB. Bogor.